

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Andrija Klanac

Zagreb, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Igor Balen, dipl. ing.

Student:

Andrija Klanac

Zagreb, 2018.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se svom mentoru prof.dr.sc. Igoru Balenu na pomoći i podršci prilikom izrade ovog rada. Također se zahvaljujem svojoj obitelji na neizmjenoj potpori tijekom studiranja.

Andrija Klanac



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:
procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur. broj:	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Andrija Klanac** Mat. br.: 0035187413

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Projekt sustava grijanja, hlađenja i ventilacije bolničke zgrade**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Design of heating, cooling and ventilation system for hospital**

Opis zadatka:

U ovom radu, potrebno je projektirati sustav grijanja, hlađenja i ventilacije bolničke zgrade ukupne korisne površine 2.700 m², prema zadanoj arhitektonskoj podlozi. Zgrada ima pet etaža (Po+Pr+1K+2K+3K). Za izvor topline koristiti dizalicu topline voda-voda. Predvidjeti sustave prisilne ventilacije zgrade u izvedbi varijabilnog volumena s povratom toplinske energije iz istrošenog zraka. U radu provesti usporedbu proračuna pada tlaka i dimenzioniranja zračnih kanala između vlastitog računalnog alata i računalnog programa Revit®. Za smještaj opreme koristiti strojarnicu u podrumu. Zgrada se nalazi na području grada Varaždina.

Na raspolaganju su energetske izvori:

- elektro-priključak 230/400V; 50Hz,
- vodovodni priključak tlaka 5 bar.

Rad treba sadržavati:

- opis sustava grijanja, hlađenja i ventilacije u bolničkim zgradama,
- toplinsku bilancu zgrade za zimu i za ljeto,
- toplinsku i količinsku bilancu razvoda vode sustava grijanja i hlađenja,
- toplinsku i količinsku bilancu sustava ventilacije,
- hidraulički proračun cijevne mreže ogrjevnog i rashladnog medija,
- tehničke proračune koji definiraju izbor opreme,
- tehnički opis funkcije odabranog sustava,
- funkcionalnu shemu spajanja i shemu regulacije,
- crteže kojima se definira raspored i montaža opreme.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

8. ožujka 2018.

Datum predaje rada:

10. svibnja 2018.

Predviđeni datum obrane:

16., 17. i 18. svibnja 2018.

Zadatak zadao:

Prof. dr. sc. Igor Balen

Predsjednica Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Tanja Jurčević Lulić

SADRŽAJ

SADRŽAJ	I
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE	V
POPIS OZNAKA	VI
SAŽETAK	VIII
SUMMARY	IX
1. UVOD	1
2. Opis zgrade	7
3. Projektni toplinski gubici prema HRN EN ISO 12831	13
3.1. Rezultati proračuna	14
4. Toplinsko opterećenje prema VDI 2078	17
4.1. Rezultati proračuna	18
5. Projektiranje sustava grijanja i hlađenja.....	21
5.1. Ventilokonvektori	21
5.1. Dizalica topline voda-voda	23
5.2. Pumpe	26
6. Projektiranje sustava ventilacije	36
6.1. Količina svježeg zraka	36
6.1. Odabir terminalnih uređaja	38
6.2. Pad tlaka i dimenzioniranje kanala	44
6.3. Centralna ventilacijska jedinica	47
7. Tehnički opis termotehničkih sustava i regulacije.....	50
7.1. Grijanje i hlađenje.....	50
7.1. Ventilacija	51
8. ZAKLJUČAK.....	53
LITERATURA.....	54
PRILOZI	55

POPIS SLIKA

Slika 1	Operacijska dvorana Klasa 1 – najzahtjevniji prostori.....	3
Slika 2	Klasa II	4
Slika 3	Klasa III prostorije sekundarnog značaja	4
Slika 4	Satelitska snimka zgrade	7
Slika 5	Tlocrt podruma.....	8
Slika 6	Tlocrt prizemlja.....	8
Slika 7	Tlocrt 1. kata	8
Slika 8	Tlocrt 2. kata	9
Slika 9	Tlocrt 3. kata	9
Slika 10	Prikaz bolničke zgrade	10
Slika 11	Visina etaža.....	11
Slika 12	Ventilokonvektor AiroVAR CN	22
Slika 13	Digitalni termosta za ugradnju u parapetne ventilokonvektore, VA1-WC C.....	23
Slika 14	Dizalice topline voda-voda Dynaciat Power	24
Slika 15	Dpoj dizalice topline na bunar	25
Slika 16	Troputni miješajući ventil tipa GEF.....	26
Slika 17	Radna karakteristika pumpe ventilacijskog kruga	28
Slika 18	Radna karakteristika pumpe grupe potrošača podrum	28
Slika 19	Radna karakteristika pumpe grupe potrošača prizemlje istok	29
Slika 20	Radna karakteristika pumpe grupe potrošača prizemlje zapad.....	29
Slika 21	Radna karakteristika pumpe grupe potrošača 1. kat istok	29
Slika 22	Radna karakteristika pumpe grupe potrošača 1. kat zapad.....	30
Slika 23	Radna karakteristika pumpe grupe potrošača 2. kat istok	30
Slika 24	Radna karakteristika pumpe grupe potrošača 2. kat zapad.....	30
Slika 25	Radna karakteristika pumpe grupe potrošača 3. kat istok	31
Slika 26	Radna karakteristika pumpe grupe potrošača 3. kat zapad.....	31
Slika 27	Hidraulička skretnica.....	32
Slika 28	Radna karakteristika pumpe primarnog kruga.....	33
Slika 29	Radna karakteristika potopne pumpe	34
Slika 30	Prkaz radne karakteristike pumpe međukruga.....	35

Slika 31	Postavke difuzora	38
Slika 32	Difuzor DEK-O	39
Slika 33	Prostorni parametri za odabir difuzora	39
Slika 34	Izborni dijagrami difuzora DEK-O	40
Slika 35	Dijagram pada tlaka difuzora DEK-O	40
Slika 36	Priključna kutija SmartVAV	41
Slika 37	Shema spajanja regulacije dvije VAV priključne kutije	42
Slika 38	Odsisna rešetka OAH-H	42
Slika 39	Odabir odsisne rešetke	43
Slika 40	Shematski prikaz rekuperatora	47
Slika 41	Kompaktna centralna jedinica za ventilaciju	49

POPIS TABLICA

Tablica 1	Filtri za zrak i pripadajuće klase filtracije	2
Tablica 2	ANSI/ ASHRAE/ ASHE standard 170-2013	5
Tablica 3	Karakteristike građevinskih elemenata	11
Tablica 4	Ulazni parametri proračuna	14
Tablica 5	Projektni toplinski gubici podruma	15
Tablica 6	Projektni toplinski gubici zgrade	16
Tablica 7	Specifična snaga rasvijete	18
Tablica 8	Broj osoba po prostorijama	19
Tablica 9	Toplinsko opterećenje prostorija u podrumu	19
Tablica 10	Projektno toplinsko opterećenje zgrade	20
Tablica 11	Preračunavanje toplinskog učina ventilokonvektora	21
Tablica 12	Broj ugrađenih ventilokonvektora	22
Tablica 13	Potreban učin dizalice topline	23
Tablica 14	Opis i pad tlaka potrošačkih grupa	27
Tablica 15	Odabrane pumpe sekundarnih krugova	27
Tablica 16	Pad tlaka kritične dionice primarnog kruga	32
Tablica 17	Proračun pada tlaka potopne pumpe	33
Tablica 18	Minimalni broj izmjena zraka za različite tipove prostorija	36
Tablica 19	Količine svježeg zraka za prostorije u podrumu	37
Tablica 20	Rezultati vlastitog proračuna pada tlaka	45
Tablica 21	Računalno generiran pad tlaka kritične dionice	46
Tablica 22	Projektne vrijednosti za proračun potrebne energije za pripremu zraka	47

POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

1	Funkcionalna shema spajanja sustava ventilacije
2	Funkcionalna shema spajanja sustava grijanja i hlađenja
3	Tlocrt podruma – sustav ventilacije
4	Tlocrt prizemlje – sustav ventilacije
5	Tlocrt 1. kata – sustav ventilacije
6	Tlocrt 2. kata – sustav ventilacije
7	Tlocrt 3. kata – sustav ventilacije
8	Tlocrt podruma – sustav grijanja i hlađenja
9	Tlocrt prizemlje – sustav grijanja i hlađenja
10	Tlocrt 1. kata – sustav grijanja i hlađenja
11	Tlocrt 2. kata – sustav grijanja i hlađenja
12	Tlocrt 3. kata – sustav grijanja i hlađenja
13	3D prikaz sustava ventilacije

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
Φ_i	W	Projektni toplinski gubici prostorije
Φ_{Ti}	W	Projektni transmisijski gubici topline prostorije
Φ_{Vi}	W	Projektni ventilacijski gubici topline prostorije
$H_{T,ie}$	W/K	Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu
$H_{T,iue}$	W/K	Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu
$H_{T,ig}$	W/K	Stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od negrijanog prostora prema tlu
$H_{T,ij}$	W/K	Koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature
$\theta_{int,i}$	°C	Unutarnja projektna temperatura grijanog prostora
θ_i	°C	Vanjska projektna temperatura
$H_{v,i}$	W/K	Koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka
$\Phi_{HL,i}$	W	Toplinsko opterećenje
$\Phi_{RH,i}$	W	Toplina za zagrijavanje zbog prekida grijanja
Q_I	W	Unutrašnji izvori topline
Q_P	W	Toplina koju odaju ljudi
Q_M	W	Toplina koju odaju različiti električni uređaji
Q_E	W	Dobitak topline od rasvjete
Q_R	W	Dobitak topline od susjednih prostorija
Q_A	W	Vanjski izvori topline
Q_W	W	Dobitak topline transmisijom kroz zidove
Q_F	W	Dobitak topline kroz staklene površine – prozore

Q_T	W	Dobitak topline kroz staklene površine – prozore transmisijom
Q_S	W	Dobitak topline kroz staklene površine – prozore zračenjem
Q_h	W	Ventilacija
Q_h	W	Rashladni učin hladnjaka
V_z	m ³ /h	Potrebni volumni protok zraka
ρ_z	kg/m ³	Gustoća zraka
h_e	kJ/kg	Entalpija vanjskog zraka
$h_{int,ulaz}$	kJ/kg	Entalpija zraka ubačenog u prostoriju

SAŽETAK

U ovom radu dano je tehničko rješenje sustava grijanja, hlađenja i ventilacije za bolničku zgradu. Predmetna zgrada, ukupne korisne površine 2700 m², nalazi se na području grada Varaždina. Proračun projektnih toplinskih gubitaka napravljen je prema normi HRN EN 12831, koji iznose 270 kW. Toplinsko opterećenje proračunato je prema smjernici VDI 2078 i za cijelu zgradu iznosi 235 kW. U svrhu pokrivanja toplinskih gubitaka i opterećenja, projektiran je sustav centralnog grijanja odnosno hlađenja zgrade. U periodu grijanja sustav radi u temperaturnom režimu 40°C/ 35°C, a hlađenja s temperaturom rashladne vode od 7°C/12°C. Kao ogrjevnica/rashladna tijela u prostorijama su postavljeni ventilokonvektori. Ukupna instalirana snaga ventilokonvektora u režimu grijanja je 370 kW, a u režimu hlađenja 435 kW. Kao izvor toplinskog i rashladnog učina služi dizalica topline voda-voda, nazivnog učina grijanja 352 kW i nazivnog rashladnog učina 288 kW. Dizalica topline izmjenjuje toplinu s vodom iz iscrpnog bunara temperature 12 °C.

Projektiran je i sustav ventilacije s varijabilnim volumenom i povratom energije iz istrošenog zraka rekuperatorom. Protok svježeg zraka iznosi 9400 m³/h, a faktor povrata topline rekuperatorom je 85%. Potom je napravljena usporedba proračuna pada tlaka između vlastitog računalnog alata i računalnog programa Revit®.

Ključne riječi: ventilacija, grijanje, hlađenje

SUMMARY

In this thesis, a technical solution for design of the system for heating, cooling and ventilation for a hospital is given. The building, with the total usable surface area of 2700 m², is located in the city of Varaždin. The building heat load calculations are made according to HRN EN 12831 norm, equaling 270kW. Cooling load is calculated according to VDI 2078 guideline and for the whole building equals 235 kW. The system for central heating and cooling is designed. In the regime of heating, the system operates at 40°C/35°C, and in the regime of cooling the system operates at 7°C/12°C. As heating and cooling elements in the rooms, the fan coils are set. Total installed fan coil heating capacity equals 370 kW, while cooling capacity equals 435 kW. As a source of heating and cooling capacity water to water heat pump is installed with heating capacity of 352 kW and cooling capacity 288 kW. The ventilation system with variable air flow and heat recovery system is designed. Supply air flow equals 9400 m³/h and heat recovery coefficient is 85%. Comparison of pressure drop calculations between own computing tool and software package Revit® is made.

Key words:ventilation, heating, cooling

1. UVOD

Grijanje, hlađenje i ventilacija služe za održavanje toplinske ugodnosti unutarnjeg prostora tj. unutarnje temperature, vlažnosti i čistoće zraka koja se ne može postići prirodnim putem. Jedan od najtežih zadataka u bolnicama je borba protiv bolesti infekcija uzrokovanih mikroorganizmima. U bolnicama se zahtijeva detaljno i odgovorno promišljanje o sustavu ventilacije i klimatizacije jer pacijentima treba osigurati odgovarajuće uvjete za oporavak, a liječnicima odgovarajuće okruženje za koncentrirani rad – 24 sata na dan, 365 dana u godini [1]. Budući da se značajan dio mikroorganizama širi putem zraka [2], bitnu ulogu u sprječavanju širenja infekcija u bolnicama imaju sustavi klimatizacije, grijanja i hlađenja. Mikroorganizmi koji se šire zrakom „putuju“ na česticama prašine i nečistoća dispergiranih u zraku. Jedan od bitnijih zadataka KGH sustava u bolnicama i općento čistim prostorima je odvajanje čestica iz zraka u prostoriji filtracijom i sprječavanje širenja štetnih mikroorganizama putem zraka.

Postoje četiri načina za sprječavanje rasta mikroorganizama:

1. Filtrima se mikroorganizmi mogu gotovo u potpunosti odstraniti.
2. Uvođenjem zraka u prostoriju smanjuje se koncentracija čestica (princip razrjeđivanja).
3. Usmjerenim strujanjem mikroorganizme je moguće usmjeriti od mjesta gdje su nepoželjni prema mjestu gdje su manje štetni.
4. Održavanjem podtlaka i pretlaka u prostoriji u odnosu na okolinu može se spriječiti da čestice ulaze ili izlaze iz prostorije.

EN 779 norma propisuje klasifikaciju za niskoučinske, srednjeučinske i visokoučinske filtre, a EN 1882 za ultravisokoučinske filtre. Tablica 1 prikazuje filtre za zrak i pripadajuće klase filtracije.

Tablica 1 Filtiri za zrak i pripadajuće klase filtracije

	Vrećasti filtri									HEPA/ULPA filtri
	Rol - filtri					Kazetni filtri				
	Filtarske trake									
Prema EN 779	G1	G2	G3	G4	M5	M6	F7	F8	F9	E 10 – U 17 (EN 1822)
	Srednje zadržavanje A _a				Srednja učinkovitost E _a					Inicijal. učinkovitost za MPPS
Prema ASHRAE 52.1-1992	A _a < 65%	65% ≤ A _a < 80%	80% ≤ A _a < 90%	90% ≤ A _a	40% ≤ E _a < 60%	60% ≤ E _a < 80%	80% ≤ E _a < 90%	90% ≤ E _a < 95%	95% ≤ E _a	85% < T _(x=MPPS) < 99.999995%

Osnovu za dimenzioniranje, projektiranje, ispitivanje i klasifikaciju KGH sustava u bolnicama daje norma DIN 1946-4. Prema DIN 1946-4 prostori u bolnicama klasificiraju se na sljedeći način:

Klasa I

U klasu I spadaju prostorije na koje se postavljaju najstroži uvjeti kvalitete zraka. To su operacijske dvorane prikazana na slici 1, prostori za intenzivnu njegu, buđenje pacijenata, prostori pripreme lijekova i ostali prostori kod kojih je povećan rizik od zaraze.



Slika 1 Operacijska dvorana Klasa 1 – najzahtjevniji prostori

Za klasu I prostorije zahtjeva se trostupanjnsko filtriranje, te se preporučuje:

- prvi stupanj filtracije klasom filtra F7, minimalno klasom M5.
- drugi stupanj filtracije minimalne klase F9 na početku kanalnog razvoda
- treći stupanj filtracije minimalnom klasom H 13 (EU-13), neposredno prije ubacivanja zraka u prostor.

Sustavi ventilacije i klimatizacije koji opskrbljuju prostore klase I moraju biti izrađeni od nehrđajućeg čeličnog lima. Površine moraju biti pristupačne za pranje i otporne na dezinfekciju [3].

Klasa II

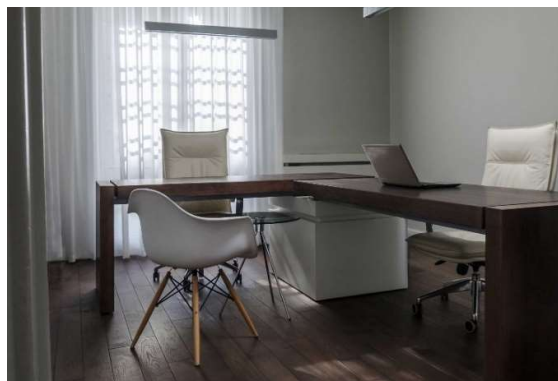
U klasu II prema DIN 1946-4 spadaju prostori kao što su bolnički odjeli prikazani na slici 2, ambulate i sl. Za takve prostorije potrebno je dvostupanjska filtracija. Recirkuliranje zraka je dozvoljeno ukoliko je zrak iz iste prostorije ili iste grupe prostorija. Sustavi ventilacije i klimatizacije koji opskrbljuju prostorije klase II moraju biti obojeni ili plastificirani.



Slika 2 Klasa II

Klasa III

U klasu III spadaju prostorije od sekundarnog značaja. To su prostorije koje služe za pomoćne djelatnosti slika 3 (servis, administracija, skladišta i dr.)



Slika 3 Klasa III prostorije sekundarnog značaja

Za sustave klimatizacije i ventilacije u prostorima klase III nema posebnih higijenskih i medicinskih zahtjeva.

Za zgrade i prostorije moraju se uzeti u obzir važeći tehnički propisi i standardi koji su u skladu sa europskim normativima. Osim propisa koji navode obavezne standarde moraju se uzeti u obzir i osjećaj temperaturne ugodnosti, kvalitete zraka, kretanja zraka kroz prostoriju, nivo buke i adekvatno osvjetljenje. Isto tako, potrebno je uzeti u obzir i količinu ljudi koji borave u prostoru i količinu ljudi koji kroz dan ulaze u prostor.

Prema DIN 1946-4 „obične“ bolničke sobe ne spadaju u prostorije s povišenim higijenskim zahtjevima. Za takve prostorije vrijedi HRN EN 13779 i predlažu se sljedeći parametri:

- temperatura 22°C –26 °C;
- relativna vlažnost 40–60%;
- količina svežeg zraka za ventilaciju 40 m³/h po krevetu;
- maksimalni nivo buke 30 dB(A)

ANSI/ ASHRAE/ ASHE standard 170- 2013 propisuje minimalne projektne uvjete za bolničke prostore. U njemu su definirani minimalni uvjeti temperature i vlažnosti za prostorije različitih namjena. U tablici 2 dane su vrijednosti projektnih temperatura, vlažnosti zraka i minimalni broj izmjena zraka.

Tablica 2 ANSI/ ASHRAE/ ASHE standard 170-2013

Namjena prostorije	Tlak u odnosu na susjedne prostorije	Broj izmjena svježeg zraka [1/h]	Maksimalna relativna vlažnost zraka u prostoriji [%]	Projektna temperatura [°C]
Bolesnička soba	Nema zahtjeva	2	60	21-24
Ambulanta hitnog pijema	Nema zahtjeva	2	60	21-24
Kupaonica	Negativan	2	Nema zahtjeva	21-24
WC/sanitarije	Negativan	2	Nema zahtjeva	Nema zahtjeva
Čekaonica	Negativan	2	60	21-24
Intenzivna njega	Nema zahtjeva	2	30-60	21-24

Osim navedenih zahtjeva ANSI/ ASHRAE/ ASHRAE standard 170- 2013 navodi i preporuke za izvedbu sustava ventilacije kako bi se postigli uvjeti ugodnosti i kontrole mirisa kao i zahtjeva za konstrukciju uređaja i opreme koja se ugrađuje u bolničke prostore. ANSI/ ASHRAE/ ASHRAE standard 170- 2013 i DIN 1946-4 vrlo se malo razlikuju u zahtjevima koje propisuju za sustave ventilacije, grijanja i hlađenja u bolničim zgradama.

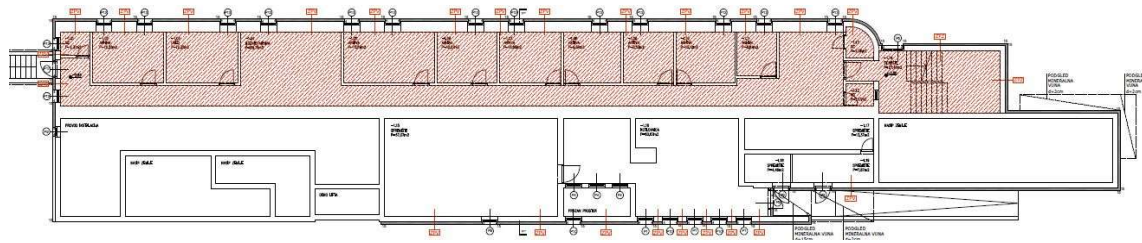
2. Opis zgrade

Bolnička zgrada, prema zadanoj arhitektonskoj podlozi, nalazi se na području grada Varaždina. Slika 4 prikazuje položaj zgrade Odjela za Neurologiju u sklopu Opće bolnice Varaždin za koju je projektiran sustav grijanja, hlađenja i ventilacije.

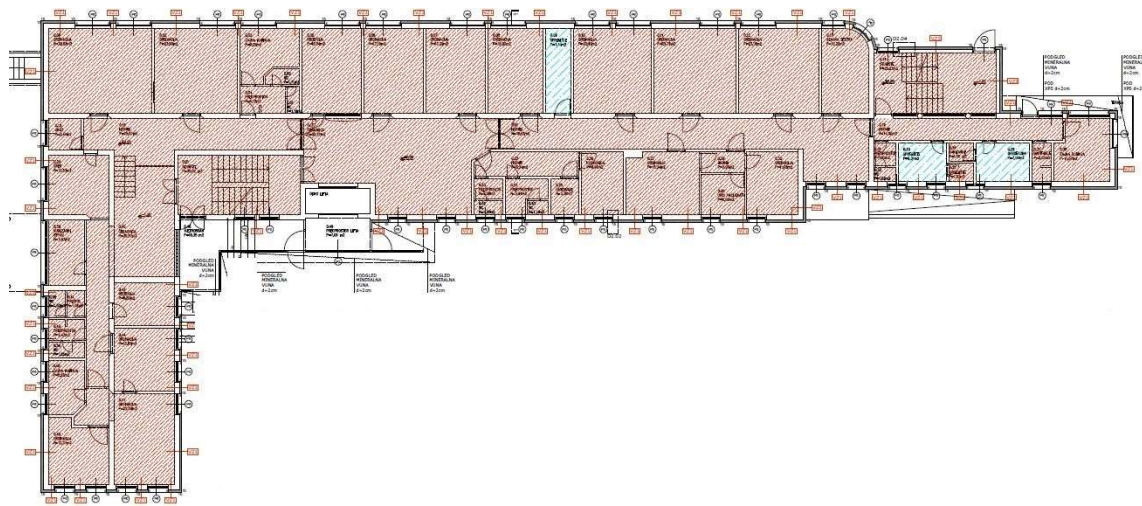


Slika 4 Satelitska snimka zgrade

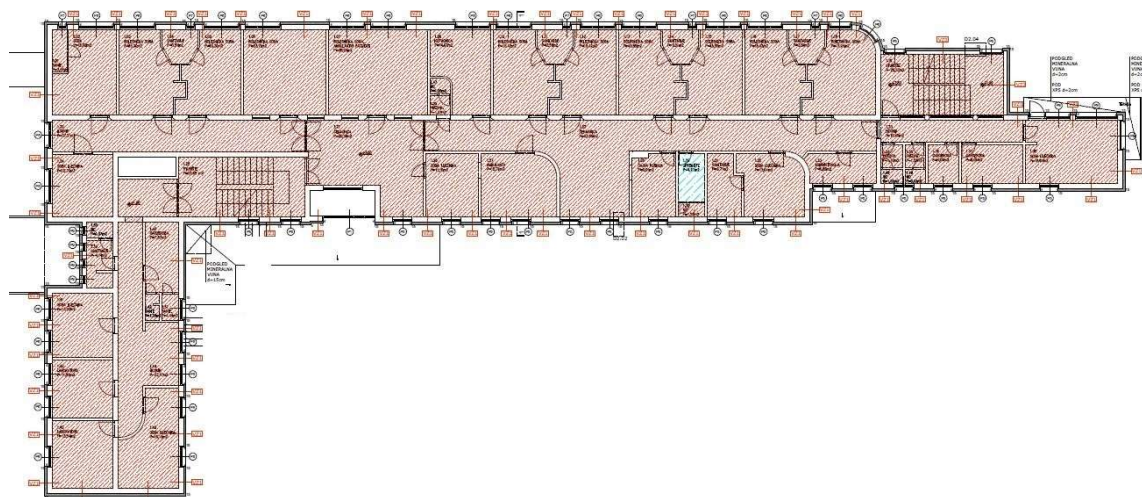
Zgrada se sastoji od pet etaža: podrum, prizemlje, prvi kat, drugi kat i treći kat prikazanih na slikama 5 – 9 . Korisna površina zgrade iznosi 2700 m².



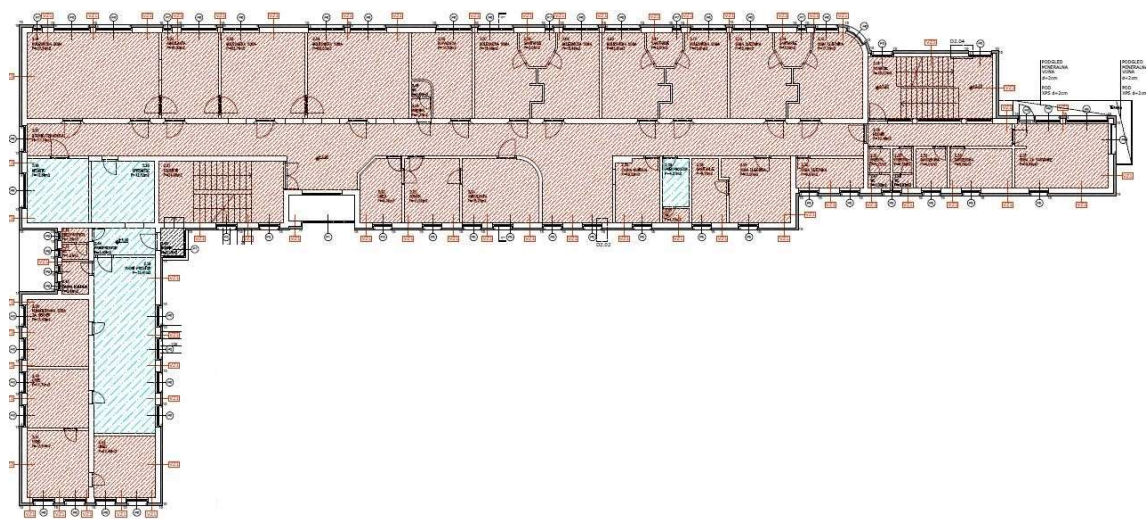
Slika 5 Tlocrt podruma



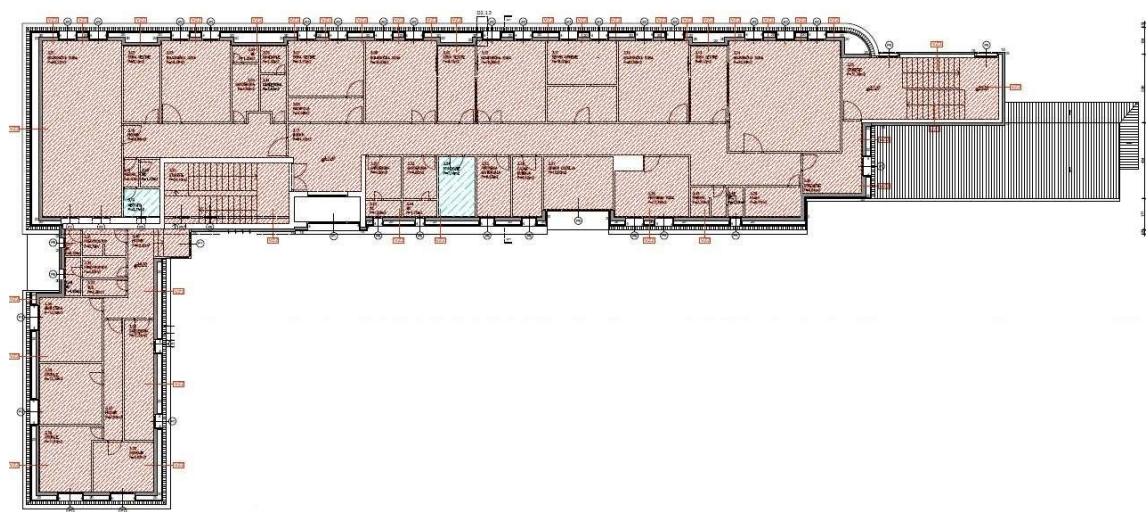
Slika 6 Tlocrt prizemlja



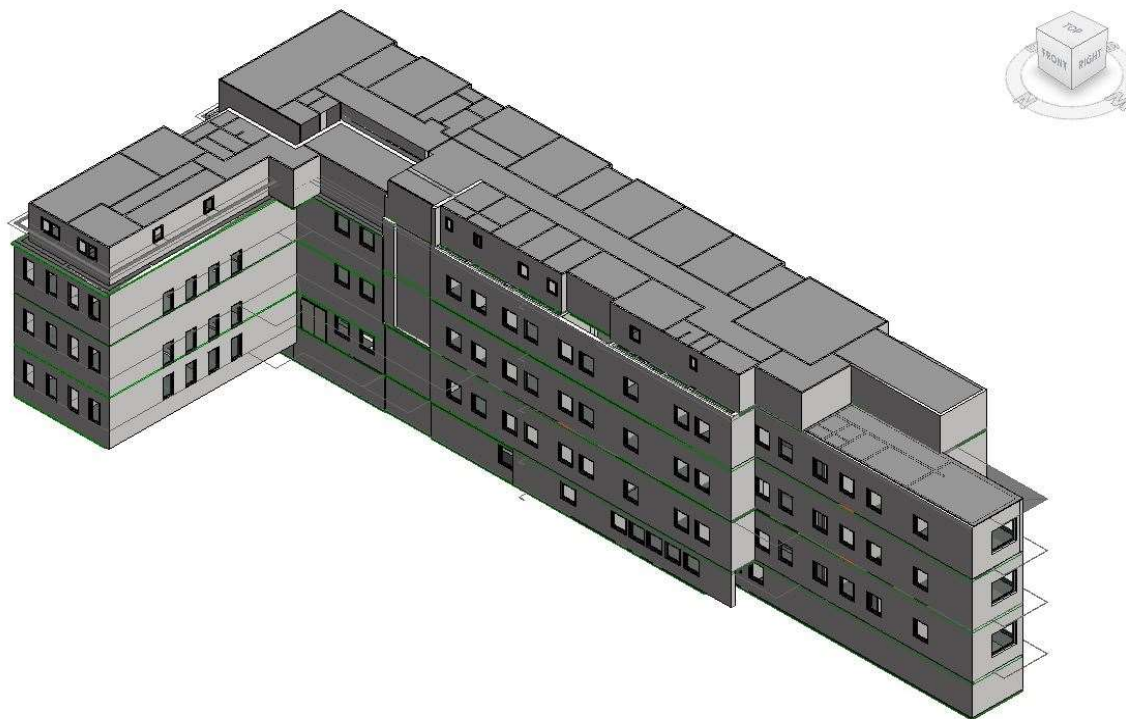
Slika 7 Tlocrt 1. kata



Slika 8 Tlocrt 2. kata

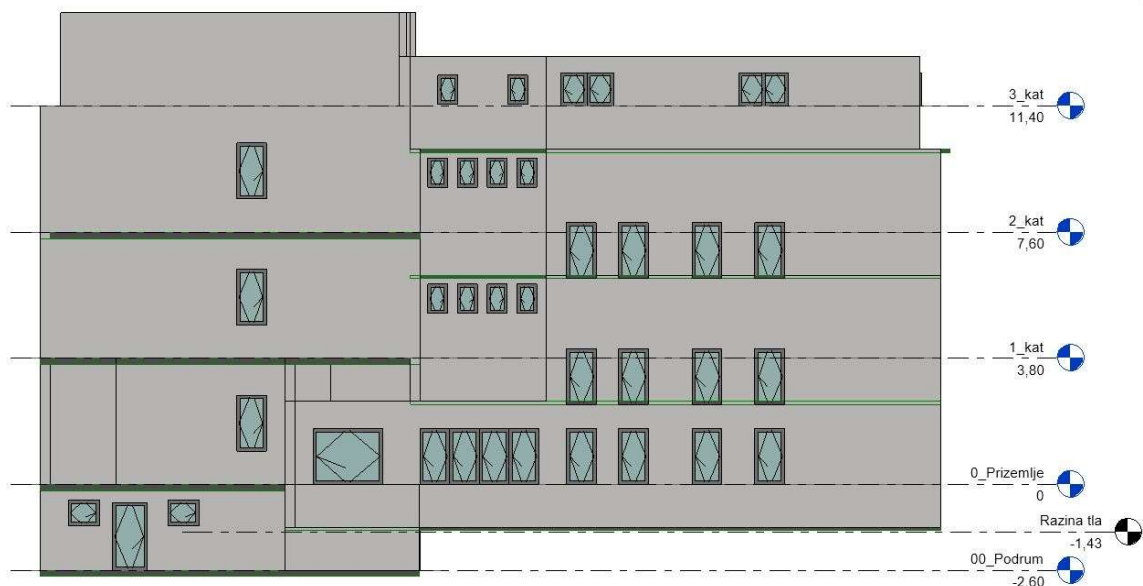


Slika 9 Tlocrt 3. kata



Slika 10 Prikaz bolničke zgrade

U podrumu se nalazi prostor predviđen za smještaj opreme, spremišta i arhive. U prizemlju zgrade smještena je većina ordinacija te recepcija i čekaonice. Na prvom, drugom i trećem katu smještene su bolesničke sobe i prostori za djelatnike bolnice. Zgrada ima dva stubišta, jedno na sjeveroistočnom rubu i jedno na spoju dva kraka zgrade. Zgrada ima ukupno 220 prostorija. Popis prostorija po etažama nalazi se u prilogu 1. Visina pojedinih etaža prikazana je na slici 11



Slika 11 Visina etaža

Opća bolnica Varaždin 2018. godine ulazi u projekt energetske obnove u sklopu kojeg se obnavlja i predmetna zgrada - Odjel za neurologiju. Energetska obnova uključuje promjenu krovišta, postavljanje toplinske izolacije i zamjenu vanjske stolarije.

Vrijednosti koeficijenata prolaza topline građevinskih elemenata zgrade prikazani su u tablici 3.

Tablica 3 Karakteristike građevinskih elemenata

Oznaka	Opis	U [$\text{W/m}^2\text{K}$]
VZ1	Zid prema okolišu	0,2
VZ2	Zid prema okolišu (3.kat)	0,17
VZ3	Zid prema okolišu (SI stubište)	0,15
ZPV	Zid podruma prema zraku	0,22
ZPZ	Zid podruma prema tlu	3,24
PP	Pod podruma	3,99
ST	Krov	0,17
P1	Prozor	1,3
P2	Vanjska vrata	1,75

Zgrada bolnice nema operacijske dvorane niti druge prostore na koje se postavljaju posebni uvjeti na čistoću zraka. Potrebna količina dobavnog zraka određena je potrebom za svježim zrakom u pojedinim prostorijama, a potrebna čistoća dobavnog zraka ostvarena je ugradnjom centralne ventilacijske jedinice koja zadovoljava higijenske uvjete za stambene i poslovne prostore.

3. Projektni toplinski gubici prema HRN EN ISO 12831

Proračun toplinskih gubitaka zgrade proveden je prema normi HRN EN 12831. Norma definira proračun potrebnog toplinskog učina za održavanje unutarnje projektne temperature prostorije pri vanjskim projektnim uvjetima. Na toplinske gubitke zgrade utječu razlike između unutarnje i vanjske temperature zraka, koeficijent prolaza topline kroz zid, zrakopropusnost ovojnice zgrade (infiltracija) te masivnost građevnih dijelova koji utječu na veličinu dodatnog kapaciteta za zagrijavanje pri prekidu grijanja. Proračun projektnih toplinskih gubitaka napravljen je samostalno razvijenim proračunom u tabličnom kalkulatoru. Toplinski gubici pojedine prostorije dijele se na sljedeće:

PROJEKTNI TOPLINSKI GUBICI PROSTORIJE

$$\Phi_i = \Phi_{Ti} + \Phi_{Vi} \text{ [W]}$$

Φ_{Ti} – projektni transmisijski gubici topline prostorije [W]

Φ_{Vi} – projektni ventilacijski gubici topline prostorije [W]

Projektni transmisijski gubici

$$\Phi_{T,ie} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij})(\theta_{int,i} - \theta_e) \text{ [W]}$$

$H_{T,ie}$ – koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema vanjskom okolišu [W/K]

$H_{T,iue}$ - koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora kroz negrijani prostor prema vanjskom okolišu [W/K]

$H_{T,ig}$ - stacionarni koeficijent transmisijskog gubitka od negrijanog prostora prema tlu [W/K]

$H_{T,ij}$ - koeficijent transmisijskog gubitka od grijanog prostora prema susjednom grijanom prostoru različite temperature [W/K]

$\theta_{int,i}$ – unutarnja projektna temperatura grijanog prostora [°C]

θ_e – vanjska projektna temperatura [°C]

Ventilacijski toplinski gubici

$$\Phi_{Vi} = H_{v,i}(\theta_{int,i} - \theta_e) \text{ [W]}$$

$H_{v,i}$ – koeficijent ventilacijskih toplinskih gubitaka [W/K]

$\theta_{int,i}$ – unutarnja projektna temperatura grijanog prostora [°C]

θ_e – vanjska projektna temperatura [°C]

3.1. Rezultati proračuna

Proračun projektnih toplinskih gubitaka proveden je u tabličnom kalkulatoru. Ulazni parametri proračuna za područje grada Varaždina i namjenu zgrade prikazani su u tablici 4.

Tablica 4 Ulazni parametri proračuna

Parametar	Oznaka	Vrijednost
Vanjska projektna temperatura	θ_e	-15 °C
Unutarnja projektna temperatura	$\theta_{int,i}$	22 °C
Broj izmjena zraka pri razlici tlaka 50 Pa	n_{50}	5
Faktor zaštićenosti od vjetra	e_i	0,03
Korekcijski faktor za visinu	ε_i	1
Korekcijski faktor za visinu (2. i 3. kat)	ε_i	1,2
Režim grijanja	-	0-24

Rezultati proračuna projektnih toplinskih gubitaka za etažu podruma prikazani su u tablici 5, dok se projektni toplinski gubici za ostale prostorije nalaze u tablici u prilogu 1.

Tablica 5 Projektni toplinski gubici podruma

Oznaka prostorije	Naziv prostorije	$\Phi_{T,i}[\text{kW}]$	$\Phi_{V,i}[\text{kW}]$	$\Phi_i[\text{kW}]$
-1,01	WC	1329	0	1329
-1,02	Arhiva	1194	100	1293
-1,03	Ured	1089	66	1155
-1,04	Hodnik	0	0	0
-1,05	Arhiva	4170	126	4296
-1,06	Arhiva	2658	55	2714
-1,07	Arhiva	2778	58	2835
-1,08	Arhiva	2574	53	2627
-1,09	Arhiva	2265	46	2312
-1,10	Arhiva	2637	54	2692
-1,11	Arhiva	1692	32	1723
-1,12	WC	486	0	486
-1,13	WC	1114	0	1114
-1,14	Stubište	8570	148	8719
-1,15	Spremište	0	0	0
-1,16	Kotlovnica	0	0	0
-1,17	Spremište	0	0	0
-1,18	Spremište	0	0	0
-1,19	Spremište	0	0	0

Projektni toplinski gubici prema HRN EN ISO 12831 za cijelu zgradu prikazani su u tablici 6.

Tablica 6 Projektni toplinski gubici zgrade

Φ_T [kW]	Φ_V [kW]	Φ_{HL} [kW]
247	23	270

4. Toplinsko opterećenje prema VDI 2078

Proračun toplinskih opterećenja zgrade proveden je prema smjernici VDI 2078. Proračun se temelji na TFM metodi (metoda prijenosnih funkcija) koja izračunava toplinske dobitke i s vremenskim pomakom pretvara ih u toplinsko opterećenje. Uzrok toplinskog opterećenja su vanjski i unutarnji dobici. Izvori topline u prostorijama dijele se na unutarnje (ljudi, rasvjeta, oprema) i na vanjske (dobitak topline kroz zidove i staklene plohe transmisijom i zračenjem). Vanjski dobici prostorije su posljedica transmisijskih i ventilacijskih dobitaka kroz vanjsku ovojnicu prostorije (zidove, prozore, vrata, stropove) te sunčevog zračenja kroz ostakljene elemente koje predstavlja najznačajniji dobitak. Unutarnji dobici su posljedica boravka osoba u prostorijama, rasvjete, različitih uređaja i opreme te dobitaka kroz unutarnje plohe. Bitno je razlikovati konvektivne dobitke od dobitaka zračenjem. Konvektivni udio dobitaka spada u trenutno opterećenje, dok se toplinsko opterećenje zbog dobitaka zračenjem javlja kao opterećenje s određenim vremenskim pomakom. Vremenski pomak ovisi o masivnosti građevinskih elemenata i ostalih predmeta u prostoru.

Unutrašnji izvori topline Q_I

$$Q_I = Q_P + Q_M + Q_E + Q_R [\text{W}]$$

Q_P - toplina koju odaju ljudi [W]

Q_M - toplina koju odaju različiti električni uređaji [W]

Q_E - dobitak topline od rasvjete [W]

Q_R - dobitak topline od susjednih prostorija [W]

Vanjski izvori topline Q_A

$$Q_A = Q_W + Q_F = Q_W + (Q_T + Q_S) [\text{W}]$$

Q_W – dobitak topline transmisijom kroz zidove [W]

Q_F – dobitak topline kroz staklene površine – prozore [W]

Q_T – dobitak topline kroz staklene površine – prozore tansmisijom [W]

Q_S - dobitak topline kroz staklene površine – prozore zračenjem [W]

Toplinski opterećenje Q_{KR}

$$Q_{KR} = Q_l + Q_A [\text{W}]$$

4.1. Rezultati proračuna

Proračun toplinskog opterećenja napravljen je pomoću računalnog alata “IntegraCAD”. Za pojedine ulazne parametre proračuna prostorije su razvrstane prema namjeni. Vrijednosti ulaznih parametara za različite skupine prostorija dane su u tablicama 7 i 8.

Tablica 7 Specifična snaga rasvijete

Tip prostorije	Specifična snaga rasvijete [W/m ²]	Radno vrijeme rasvijete
WC, Sanitarije, Kupaonica	6	8:00-20:00
Bolesnička soba, Garderoba	8	8:00-20:00
Arhiva, Čajna kuhinja, Spremište	10	8:00-20:00
Ured, Soba liječnika, Soba sestre	11	8:00-20:00
Ordinacija, Čekaonica, Hodnik, Stubište	16	8:00-20:00

Tablica 8 Broj osoba po prostorijama

Vrsta prostorije	Broj ljudi u prostoru	Vrijeme okupiranja prostora
WC, Sanitarije, Kupaonica, Garderoba	1	8:00-20:00
Bolesnička soba	2	0:00-24:00
Ured, Ordinacija, Ambulanta	2	8:00-20:00
Soba sestre, Soba liječnika	1	0:00-24:00
Čekaonica	30 ljudi/100m ²	8:00-20:00

Proračun je proveden pomoću meteoroloških podataka koji najbolje odgovaraju području grada Varaždina, prema preporuci mentora. Rezultati proračuna toplinskog opterećenja prostorija u podrumu dani su u tablici 9, dok se toplinska opterećenja prostorija na preostale četiri etaže nalaze u prilogu 2.

Tablica 9 Toplinsko opterećenje prostorija u podrumu

Podrum				
	Qsuho(W)	Qvlažno(W)	Qukupno(W)	Datum i vrijeme
P1 WC	481	42	523	21. Svibanj 12h
P2 Arhiva	1060	42	1102	21. Svibanj 12h
P3 Ured	782	85	867	21. Svibanj 12h
P4 Arhiva	561	42	603	21. Svibanj 12h
P5 Arhiva	549	42	591	21. Svibanj 12h
P6 Arhiva	552	42	594	21. Svibanj 12h
P7 Arhiva	545	42	587	21. Svibanj 13h
P8 Arhiva	542	42	584	21. Svibanj 13h
P9 Arhiva	1043	42	1085	21. Svibanj 13h
P10 Arhiva	543	42	585	21. Svibanj 13h
P11 Spremište	33	43	76	23. Srpanj 16h

	Qsuho (W)	Qvlažno (W)	Qukupno (W)	Datum i vrijeme
P12 Spremište	225	42	267	23. Srpanj 13h
P13 Spremište	1634	42	1676	21. Svibanj 12h
P14 Hodnik	2319	42	2361	23. Srpanj 14h
P15 WC	79	43	122	23. Srpanj 16h
P16 WC	64	43	107	23. Srpanj 16h
P17 Stubište	4564	42	4606	21. Svibanj 12h

Projektno toplinsko opterećenje jedne prostorije ne poklapa se nužno vremenski s maksimalnim opterećenjem druge prostorije. Radi potrebe dimenzioniranja toplinskog učina sustava hlađenja potrebno je odrediti dan u kojem je zbroj toplinskih opterećenja svih prostorija maksimalan. Ukupna toplinska opterećenja cijele zgrade dana su u tablici 10.

Tablica 10 Projektno toplinsko opterećenje zgrade

Ukupno toplinsko opterećenje [W]	21. Lipanj	23. Srpanj	24. Kolovoz	22. Rujan
	221374	229493	234768	229877

Projektno toplinsko opterećenje, koje mora isporučiti sustav hlađenja s venilokonvektorima je 235 kW i javlja se 24. kolovoza.

5. Projektiranje sustava grijanja i hlađenja

5.1. Ventilokonvektori

Kao elementi predaje ogrijevnog i rashladnog učina prostorima odabrani su parapetni ventilokonvektori proizvođača Valiant tipa aroVAIR CN (slika 12). Nazivni učin grijanja ventilokonvektora je u katalogu dan pri temperaturnom režimu tople vode 45°C/40°C i temperaturi prostorije 20°C. Rezultati preračunavanja toplinskog učina ventilokonvektora za temperaturni režim rada dizalice topline od 40°C/35°C temperaturu prostorije od 22°C dani su u tablici 11.

Tablica 11 Preračunavanje toplinskog učina ventilokonvektora

Oznaka	Kataloški toplinski učin grijanja (kW)	Kataloški toplinski učin hlađenja (kW)	Preračunati toplinski učin grijanja (kW)
Temperaturni režim	45°C/40°C/20°C	7°C/12°C/27°C	40°C/35°C/22°C
VA 1-017 CN	2,04	1,74	1,40
VA 1-030CN	3,68	2,84	2,52
VA 1-045 CN	5,52	4,43	3,79
VA 1-070 CN	9,24	6,87	6,34

Iako su projektni toplinski gubici veći od projektnog toplinskog opterećenja zgrade, pri odabiru ventilokonvektora valja paziti na projektno opterećenje pojedine prostorije. Kako se projektno opterećenje cijele zgrade koristi za dimensioniranje, u ovom slučaju, dizalice topline voda-voda ono nije nužno mjerodavna veličina pri odabiru ventilokonvektora. Pri odabiru ventilokonvektora valja usporediti projektno opterećenje prostorije i projektne toplinske gubitke prostorije te na temelju potrebnog rashladnog, odnosno toplinskog učina odabrati ventilokonvektor. Količine pojedinog tipa ventilokonvektora ugrađene u zgradu prikazani su u tablici 12.

Tablica 12 Broj ugrađenih ventilokonvektora

Tip ventilokonvektora	Broj komada
VA 1-017 CN	160
VA 1-030 CN	16
VA 1-045 CN	13
VA 1-070 CN	9
Ukupno	198

**Slika 12 Ventilokonvektor AiroVAR CN**

Ventilokonvektori tipa AiroVAR CN dolaze tvornički opremljeni s troputnim ventilom na ulazu u uređaj. Takvi ventilokonvektori imaju mogućnost automatske regulacije učina pomoću troputnog ventila ili ručno pomoću promjene brzine vrtnje ventilatora. U ventilokonvektore je ugrađen digitalni termostatski za parapetne ventilokonvektore proizvođača Valiant tipa VA 1-WC C (slika 13). Ugradnjom ovog termostata omogućena je regulacija učina ventilokonvektora preko postavne temperature i ručno podešavanje brzine vrtnje ventilatora te režima rada.



Slika 13 Digitalni termostat za ugradnju u parapetne ventilokonvektore, VA1-WC C

Ukupna instalirana toplinska snaga kovektora za režim grijanja iznosi 370 kW, a za režim hlađenja 435,4 kW.

5.1. Dizalica topline voda-voda

Za opskrbu sustava ventilokonvektora potrebnom energijom za grijanje i hlađenje služi dizalica topline voda-voda, koja također pokriva potrebe za pripremu zraka za ventilaciju. Potreban rashladni i ogrijevni učin dizalice topline definirani su projektnim toplinskim gubicima pema HRN EN 12831, proračunom toplinskog opterećenja zgrade prema VDI 2078 i potrebnom energijom za pripremu zraka za ventilaciju pri projektnim uvjetima. Potrebne energije za pripremu zraka izračunate su prilikom dimenzioniranja grijača i hladnjaka centralne ventilacijske jedinice (poglavlje 6.3). Minimalne snage grijanja i hlađenja koje dizalica topline mora isporučiti navedene su u tablici 13.

Tablica 13 Potreban učin dizalice topline

Grijanje	Hlađenje
268 kW	238 kW

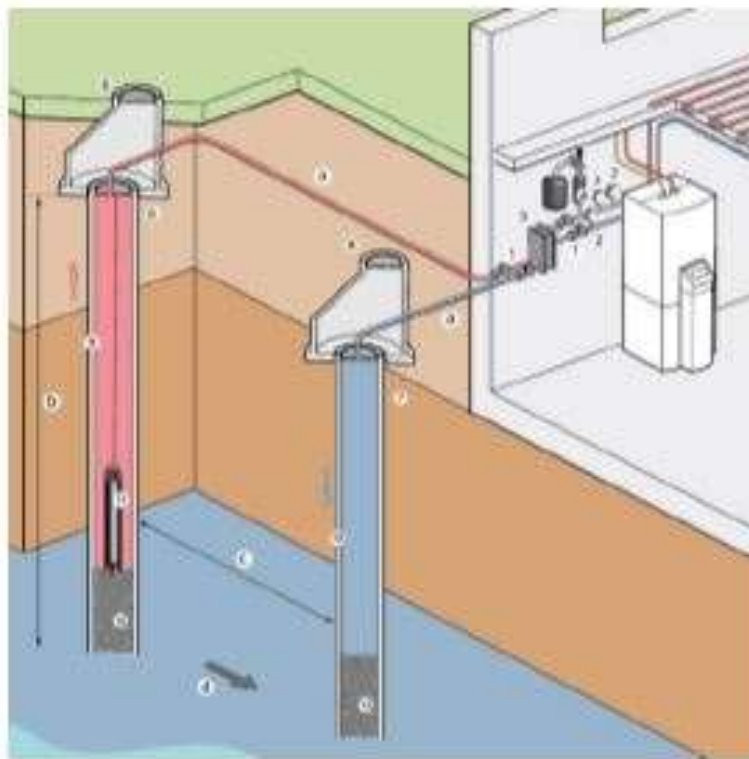
Prema potrebnim minimalnim snagama za grijanje i hlađenje odabrana je dizalica topline voda-voda model Dynaciat Power 900V proizvođača Ciat Rashladnog učina 288 kW i ogrijevnog učina 352 kW uz temperaturne režime rashladne vode 12 °C/7 °C i ogrijevne vode 40°C/35°C (Slika 14). Dizalica topline opremljena je sa četiri scroll kompresora te pločastim izmjenjivačima topline u funkciji isparivača i kondenzatora. Tvornički je opremljena regulacijskim sklopom sa mogućnošću regulacije učina u ovisnosti o vanjskoj temperaturi. Toplinski učin regulira se kaskadnim paljenjem/gašenjem ugrađenih kompresora.



Slika 14 Dizalice topline voda-voda Dynaciat Power

Podzemna voda uzima se u crpnom bunaru i transportira do dizalice topline. Nakon toga se ohlađena/zagrijana voda odvodi u upojni bunar. U indirektnoj izvedbi između isparivača (ili kondenzatora) ovisno radi li se o režimu grijanja ili hlađenja) i podzemne vode postoji međukrug, odvojen dodatnim izmjenjivačem topline u kojem se nalazi medij kontroliranog kemijskog sastava (voda ili glikolna smjesa). S termodinamičkog gledišta povoljnija je direktna izvedba, ali zbog

upitne kakvoće podzemne vode odabrana je indirektna izvedba kako bi se od korozije i oštećenja očuvala izmjenjivačka površina unutar dizalice topline. Na slici 15. prikazana je dizalica topline voda-voda u indirektnoj izvedbi.

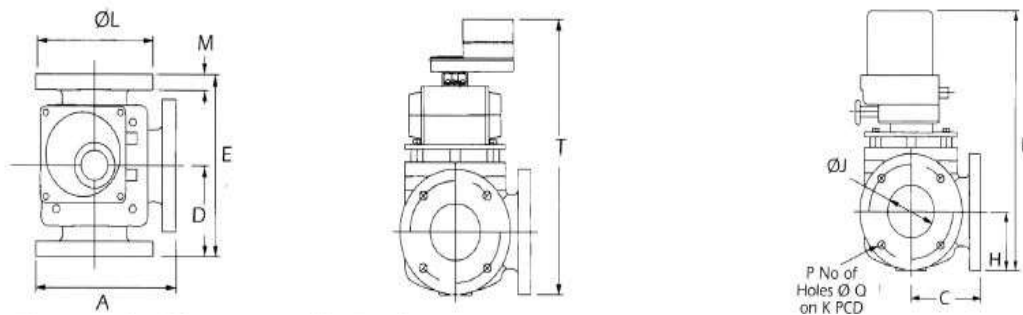


Slika 15 Dpoj dizalice topline na bunar

Crpni bunar predpodstavljen je dubine 6 metara i pozicija mu je ucrtana u crtežu 8. Količina vode crpljene iz bunara izračunata je za period hlađenja kada je na kondenzatoru dizalice topline potrebno izmjeniti toplinski tok od 352 kW uz temperaturnu promjenu bunarske vode od 5 °C. Ovi parametri rezultiraju potrebnim protokom bunarske vode od 0,4203 kg/s.

5.2. Pumpe

Distribucija vode izvedena je s primarnim krugom i 10 krugova potrošača. Cijevi primarnog kruga su izolirane čelične bešavne cijevi DN200. Potrošačke grupe opremljene su troputnim miješajućim ventilima GEF4 (slika 16) proizvođača Amat s motornim pogonom za regulaciju temperature polaza. Cirkulacijski krugovi potrošačkih krugova sastoje se od vertikalne dionice koja se spaja na razdjelni ormarić, cijevi su od umreženog polietilena, dimenzija DN100 za vertikale ugrađenih u zidove i DN 50 za horizontalni razvod od ormarića do ventlokonvektora ugrađene ispod podne obloge.



Slika 16 Troputni miješajući ventil tipa GEF

U tablici 14 nalazi se opis potrošačkih grupa te se navodi prostor u kojem se nalaze kritični ventilokonvektori za svaku potrošačku grupu. Proveden je proračun pada tlaka kritične dionice u svakom potrošačkom krugu za režim grijanja, budući da je za taj slučaj potreban veći protok vode.

Tablica 14 Opis i pad tlaka potrošačkih grupa

Grupa potrošača	Oznaka	Φ grupe [kW]	Kritični ventilokonvektor	Φ ventilokonvektora [kW]	Δp [kPa]
Ventilacija	V	12	-		0,001377
Podrum	PO	53,644	0,17 čekaonica	4,36	7,324
Prizemlje zapad	PR_Z	58,233	0.38 Čajna kuhinja	3,85	7,202
Prizemlje istok	PR_I	39,151	1,22 čekaonica	4,19	7,255
1. kat zapad	1_Z	16,509	1.38 Soba liječnika	2,75	7,242
1. kat istok	1_I	18,03	2,24 Ambulanta	1,37	7,219
2. kat zapad	2_Z	46,771	3,35 Soba za sastanke	2,94	7,278
2. kat istok	2_I	26,491	2.40 Ured	1,19	7,399
3. kat zapad	3_Z	15,927	3.36 osoblje	1,76	7,246
3. kat istok	3_I	18,633	3.20 Stubište	1,55	7,214

Odabrane pumpe proizvođača Grindfos za svaku grupu potrošača nalaze se u tablici 15:

Tablica 15 Odabrane pumpe sekundarnih krugova

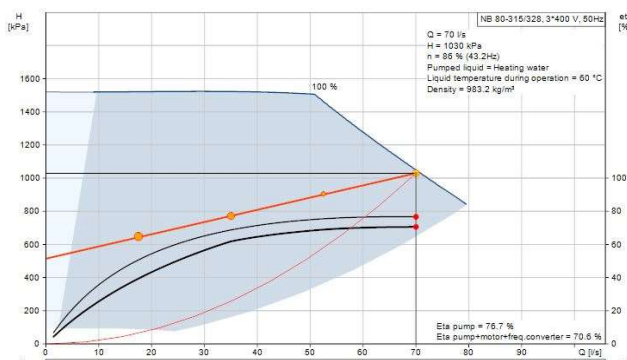
Grupa potrošača	Oznaka	Protok [L/s]	Δp [kPa]	Tip pumpe
Ventilacija	V	0,0143	0,0001377	NB 100-160/176 EUP
Podrum	PO	0,001587	7,324	NB 80-315/328
Prizemlje zapad	PR_Z	0,00162	7,202	NB 45-315/320
Prizemlje istok	PR_I	0,0038	7,255	CR 64-4
1. kat zapad	1_Z	0,00147	7,242	TPE 65-410/2-S

Grupa potrošača	Oznaka	Protok [L/s]	Δp [kPa]	Tip pumpe
1. kat istok	1_I	0,00526	7,219	NB 50-160/177
2. kat zapad	2_Z	0,00526	7,278	CR 64-3-1
2. kat istok	2_I	0,2961	7,399	TPE 65-210/2-S
3. kat zapad	3_Z	0,00134	7,246	TPE 3 50-240-S
3. kat istok	3_I	0,00149	7,214	TPE 100-250/2-S

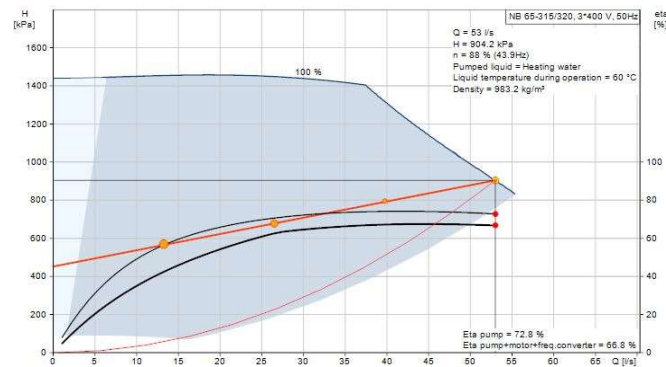
Na slikama od 17 do 26 prikazane su radne karakteristike odabranih proizvođača Grundfos. Pumpe su odabrane pomoću računalnog programa za odabir pumpi Grundfos product center.



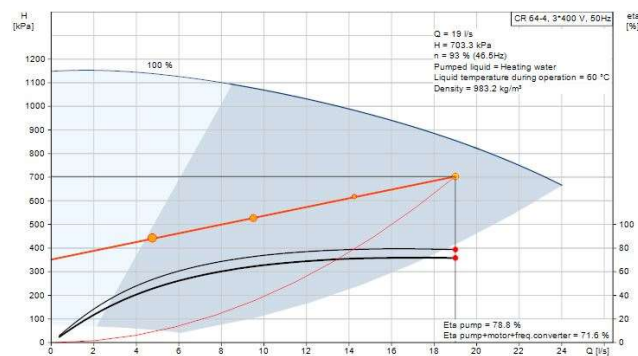
Slika 17 Radna karakteristika pumpe ventilacijskog kruga



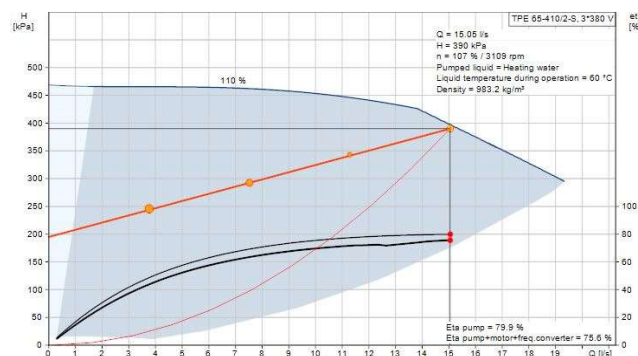
Slika 18 Radna karakteristika pumpe grupe potrošača podrum



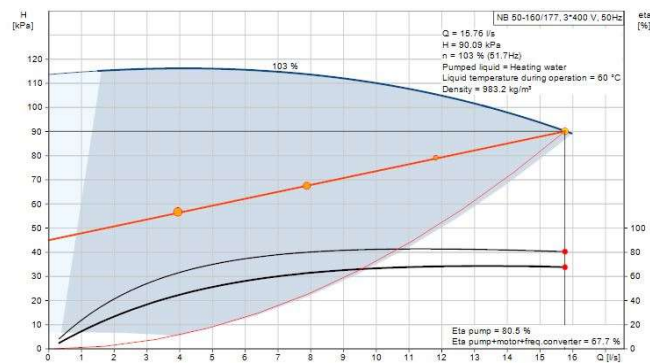
Slika 19 Radna karakteristika pumpe grupe potrošača prizemlje istok



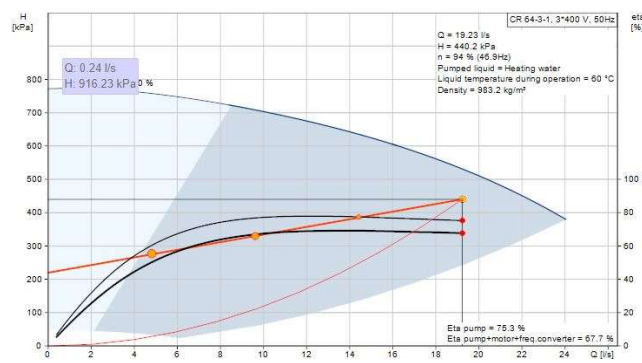
Slika 20 Radna karakteristika pumpe grupe potrošača prizemlje zapad



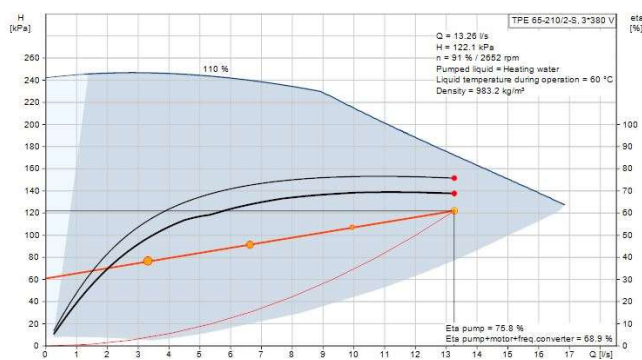
Slika 21 Radna karakteristika pumpe grupe potrošača 1. kat istok



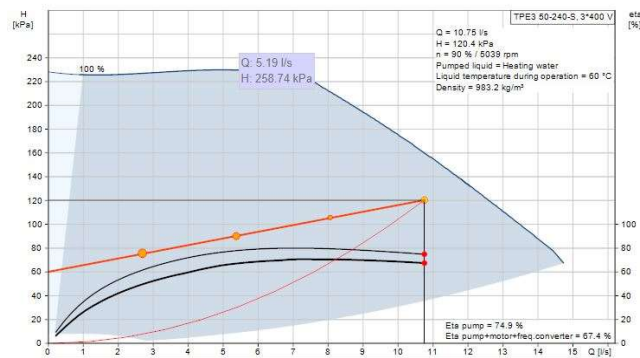
Slika 22 Radna karakteristika pumpe grupe potrošača 1. kat zapad



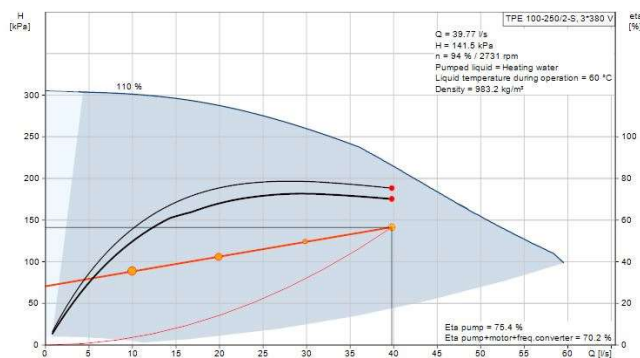
Slika 23 Radna karakteristika pumpe grupe potrošača 2. kat istok



Slika 24 Radna karakteristika pumpe grupe potrošača 2. kat zapad

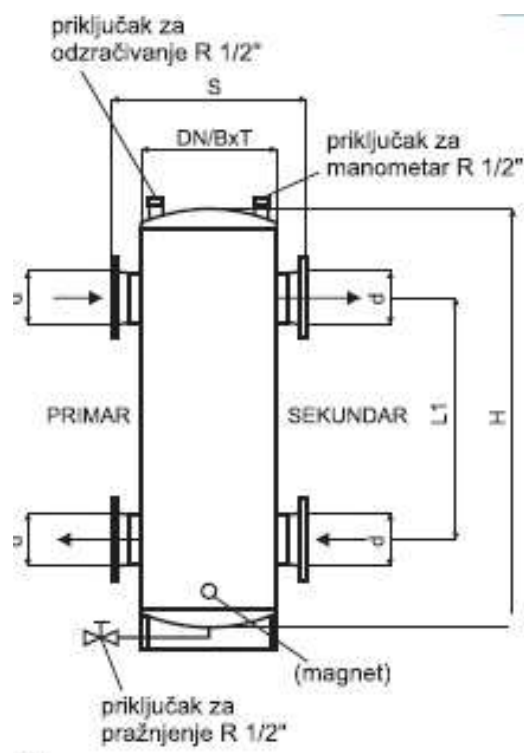


Slika 25 Radna karakteristika pumpe grupe potrošača 3. kat istok



Slika 26 Radna karakteristika pumpe grupe potrošača 3. kat zapad

Između razdjelnika i primarnog voda ugrađena je hidraulička skretnica proizvođača ITG Sarajevo tip HSD velične D400mm radi hidrauličkog uravnoteženja između primarnog kruga i sekundarnih krugova potrošača. Hidraulička skretnica odabrana je prema katalogskoj vrijednosti protoka medija kroz primarni krug. Slika 27.



Slika 27 Hidraulička skretnica

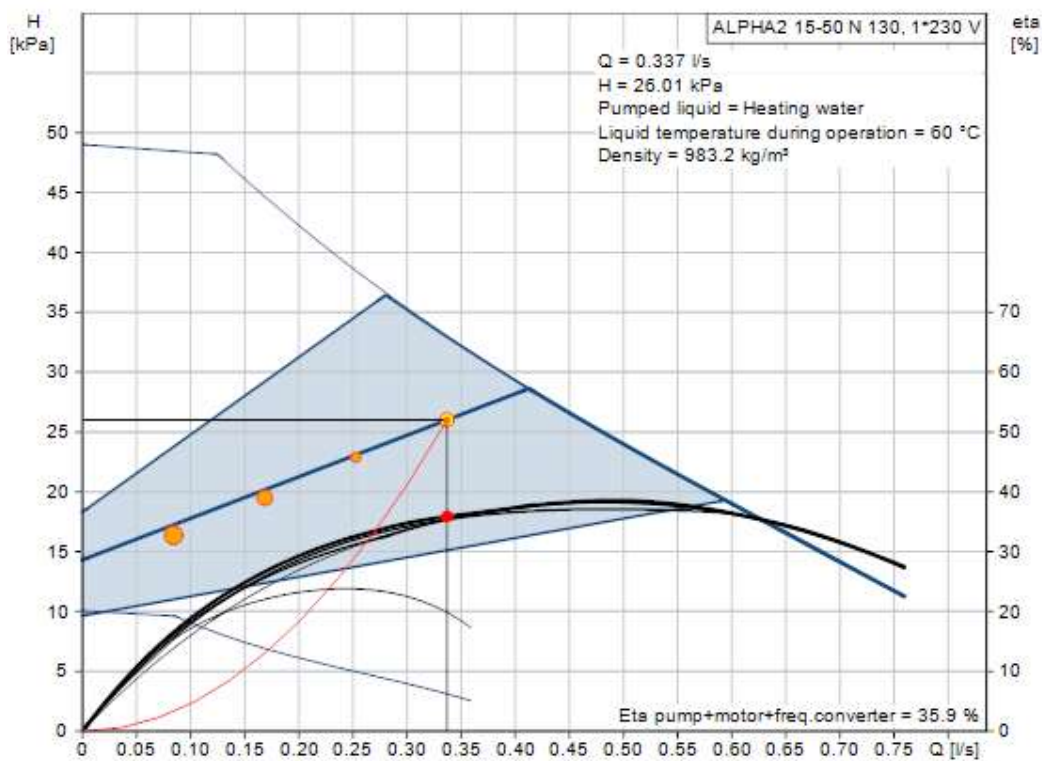
Primarni cirkulacijski krug opskrbljuje potrošačke grupe toplinskim medijem preko razdjelnika te preko sabirnika povratnog voda vraća na isparivač/kondenzator dizalice topline. Cjevovod nazivnog promjera DN 200 od izoliranih čeličnih bešavnih cijevi spojen je s razdjelnikom i sabirnikom preko hidrauličke skretnice. Prema protoku medija u primarnom krugu odabrana je cilindrična hidraulička skretnica proizvođača ITG Sarajevo tip HSD veličine D200, nazivnog protoka 136 m³/h (protok primara 85,25 m³/h). Proračun pada tlaka u primarnom cirkulacijskom krugu dizalice topline prikazan je u tablici 16.

Tablica 16 Pad tlaka kritične dionice primarnog kruga

Broj dionice	Φ [kW]	Protok [kg/s]	D [m]	Duljina [m]	v [m/s]	Δp_{lin} [kPa]	Δp_{lok} [kPa]	Δp [kPa]
1,00	257,00	0,337	DN 100	4,00	0,043	0,00444	0,00195	0,00639
Pad tlaka na izmjenjivaču dizalice topline								26
Ukupno								26,00639

Za pumpu primarnog kruga odabrana je pumpa Grundfos ALPHA2 15-50 N 130.

.Radna karakteristika odabrane pumpe prikazana je na na slici 28.

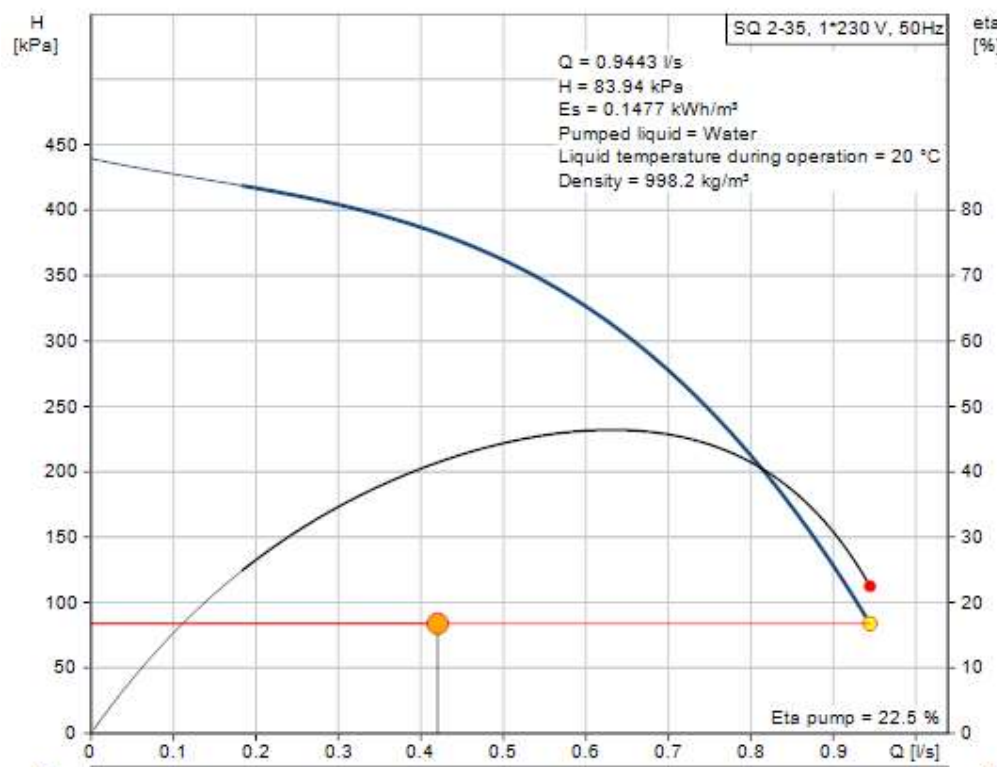


Slika 28 Radna karakteristika pumpe primarnog kruga

U svrhu odabira potopne pumpe proveden je proračun pada tlaka, čiji su rezultati prikazani u tablici 17, a prikaz radne karakterisitike odabrane pumpe tipa Grundfos SQ 2-35 je na slici 29.

Tablica 17 Proračun pada tlaka potopne pumpe

Krug	Φ kW	Protok kg/s	Nazini promjer	D (m)	Duljina (m)	Brzina	dp lin (kPa)	dp lok (kPa)	dp (kPa)
Bunar	352	0,4203	DN 100	0,1	67	0,05352	0,10873	0,00160	0,11034
Hidrostatski tlak									58,86
Izmjenjivač topline									26,00
Ukupno:									84,97

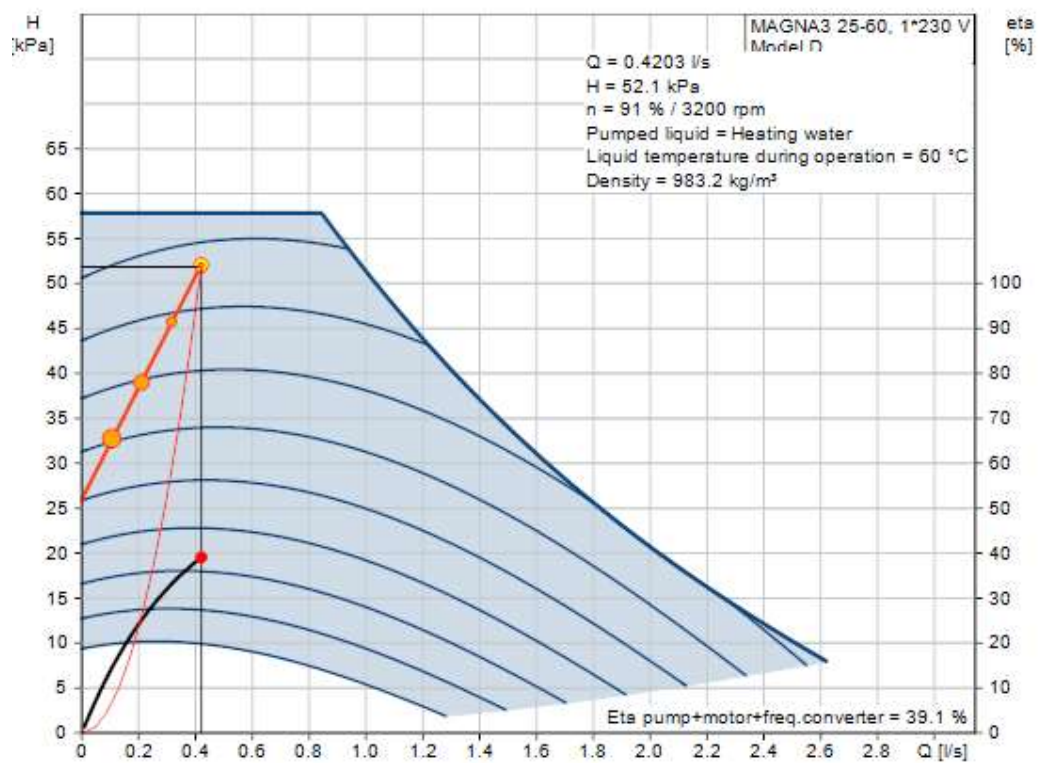


Slika 29 Radna karakteristika potopne pumpe

Pumpa međukruga dizalice topline odabrana je prema proračunu prikazanom u tablici 18.

Krug	Φ kW	Protok kg/s	Nazini promjer	D (m)	Duljina (m)	Brzina	dp lin (kPa)	dp lok (kPa)	dp (kPa)
Bunar	352	0,4203	DN 100	0,1	2,5	0,05352	0,00406	0,00160	0,00566
Izmjenjivač topline									52
Ukupno:									52,01

Odabrana je pumpa proizvođača Grundfos tipa MAGNA3 25-60 s radnom karakteristikom prikazanom na slici 30.



Slika 30 Prkaz radne karakteristike pumpe međukruga

6. Projektiranje sustava ventilacije

Sustav ventilacije projektiran je pomoću računalnog programa Revit®. Program omogućava ucrtavanje termotehničkih sustava u trodimenzionalnom okruženju. Započinje se uređivanjem arhitektonske podloge kako bi se izbrisale nepotrebne informacije i smanjila veličina datoteke. Pročišćena datoteka učitava se u Revit®, te se tlocrti pojedinih etaža postavljaju se na odgovarajuće visine. Nakon učitavanja svih podloga započinje se sa crtanjem zidova čija je visina definirana visinama pojedinih etaža. Na ucrtane zidove postavljaju se prozori i vrata čije su dimenzije definirane arhitektonskom podlogom.

6.1. Količina svježeg zraka

Po završetku definiranja arhitekture zgrade unutar programa definiraju se prostorije, koje program postavlja unutar prostora omeđenog zidovima i stropovima te im računa volumen. Pomoću ovako definiranih prostora, određuje se broj izmjena zraka. Inicijalna količina svježeg zraka određena je prema HRN EN 13779. Za bolesničke sobe iznosi 40 m³/h po krevetu, ali zbog ograničenosti prostora u spušenom stropu za ugradnju kanala količina svježeg zraka za pojedinu prostoriju određena je preko minimalnog broja izmjena zraka. U tablici 18 prikazane su vrijednosti broja izmjena zraka za različite prostorije:

Tablica 18 Minimalni broj izmjena zraka za različite tipove prostorija

Vrsta prostorije	Broj izmjena zraka [1/h]
WC, Sanitarije, Kupaonica	4
Bolesnička soba, Garderoba, Ured, Ambulanta, Ordinacija	2
Arhiva, Spremište, Hodnik, Stubište	0,5

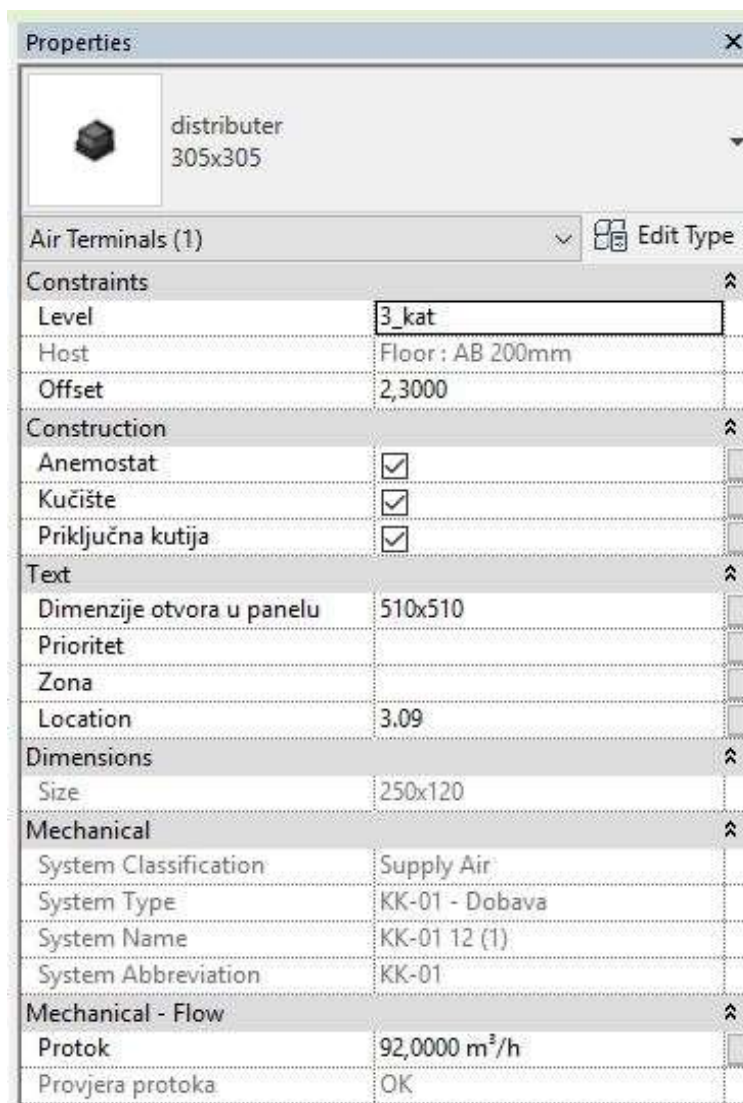
Količina svježeg zraka koji se ubacuje u prostorije podruma prikazana je u tablici 19, a za preostale etaže u prilogu 3. Ukupna količina svježeg zraka za zgradu iznosi 9400 m³/h.


Tablica 19 Količine svježeg zraka za prostorije u podrumu

Oznaka	Naziv	n [1/h]	V _{sup} [m ³ /h]
-1,01	WC	4	22
-1,02	Arhiva	0,5	15
-1,03	Ured	2	59
-1,04	Hodnik	0,5	107
-1,05	Arhiva	0,5	19
-1,06	Arhiva	0,5	12
-1,07	Arhiva	0,5	13
-1,08	Arhiva	0,5	12
-1,09	Arhiva	0,5	10
-1,10	Arhiva	0,5	12
-1,11	Arhiva	0,5	7
-1,12	WC	4	21
-1,13	WC	4	24
-1,14	Stubište	0,5	33
-1,15	Spremište	0,5	68
-1,16	Kotlovnica	0,5	61
-1,17	Spremište	0,5	16
-1,18	Spremište	0,5	5
-1,19	Spremište	0,5	9

6.1. Odabir terminalnih uređaja

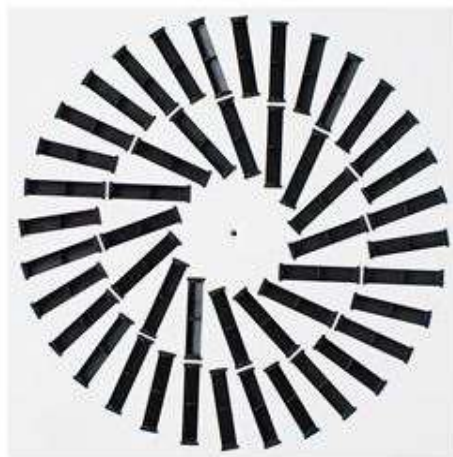
Za svaki difuzor zasebno se definira količina zraka koju dobavlja u prostor. Prostorije koje su na nižem tlaku od okoline (WC, sanitarije) opremljene su samo odsisnim rešetkama u stropu. U tom slučaju povećana je količina dobavnog zraka u susjednoj prostoriji. Slika 31 prikazuje računalni dijalog sa postavkama difuzora.



Properties	
 distributer 305x305	
Air Terminals (1) Edit Type	
Constraints	
Level	3_kat
Host	Floor : AB 200mm
Offset	2,3000
Construction	
Anemostat	<input checked="" type="checkbox"/>
Kučište	<input checked="" type="checkbox"/>
Priključna kutija	<input checked="" type="checkbox"/>
Text	
Dimenzije otvora u panelu	510x510
Prioritet	
Zona	
Location	3.09
Dimensions	
Size	250x120
Mechanical	
System Classification	Supply Air
System Type	KK-01 - Dobava
System Name	KK-01 12 (1)
System Abbreviation	KK-01
Mechanical - Flow	
Protok	92,0000 m ³ /h
Provjera protoka	OK

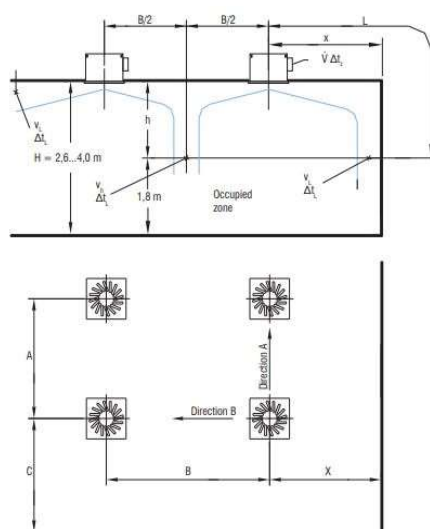
Slika 31 Postavke difuzora

Odabrani su difuzori proizvođača Klimaoprema tip DEK-O (slika 32), ugrađeni na visini spušenog stropa. Namijenjeni su za visine prostorija od 2,3m do 4m visine. Izrađeni su od čeličnog lima i plastificirani u standardnu boju RAL 9010. Imaju individualno pomične lamele u istrujnim otvorima u svrhu usmjeravanja protoka svježeg zraka.



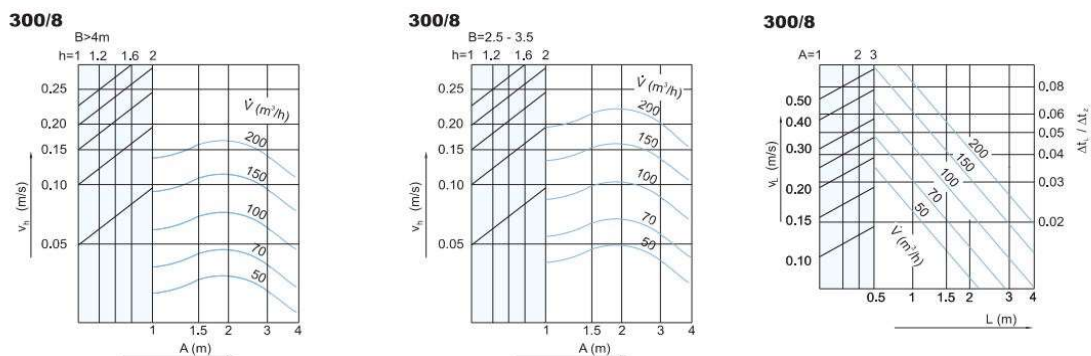
Slika 32 Difuzor DEK-O

Na odabir veličine difuzora DEK-O utječu međusobna udaljenost između difuzora, udaljenost difuzora od rubova prostorije i protok svježeg zraka kroz difuzor. Na slici 33 prikazani su prostorni parametri za dimenzioniranje difuzora.



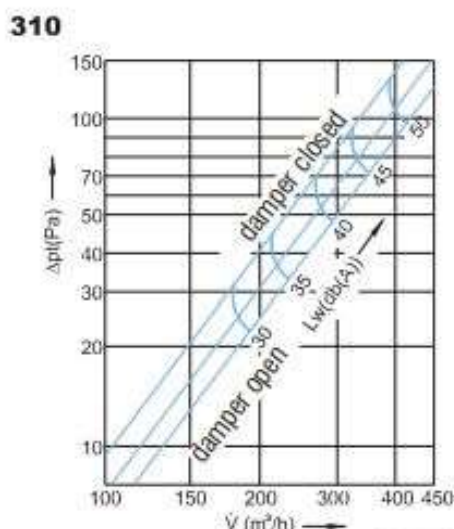
Slika 33 Prostorni parametri za odabir difuzora

Nakon određivanja prostornih parametra A i B i visine distributera u odnosu na zonu boravka pomoću dijagrama prikazanih na slici 34 provjerava se vrijednost srednje brzine strujanja u zoni boravka, srednja brzina strujanja uz zid i temperaturni omjer koji predstavlja stupanj difuzije struje svježeg zraka u zoni boravka. Preporučena srednja brzina strujanja u prostoru boravka je 0.1 m/s do 0.25 m/s.



Slika 34 Izborni dijagrami difuzora DEK-O

Nakon provjere srednjih brzina strujanja i eventualne promjene veličine difuzora na dijagramu, na slici 35 očitava se pad tlaka difuzora u ovisnosti o volumnom protoku zraka i zakrenutosti lamela.



Slika 35 Dijagram pada tlaka difuzora DEK-O

Zbog relativno malog protoka svježeg zraka u prostorije i dimenzijskog ograničenja nametnutog arhitekturom zgrade, svi ugrađeni difuzori su istog tipa - DEK-O 310. Za prostore u kojima je protok svježeg zraka veći od 200 m³/h ugrađena su dva difuzora. Popis difuzora ugrađenih u pojedine prosorije nalazi se u tablici priloga 3.

Difuzori su na kanalski razvod spojeni preko priključnih kutija proizvođača Klimaoprema tipa SmartVAV (slika 36). Riječ je o priključnoj kutiji s integriranim ventilom varijabilnog protoka zraka koja je opremljena s Codis C35 VAV. Ona omogućuje regulaciju protoka zraka kroz difuzor u ovisnosti o okupiranosti prostora ili razini ugljičnog dioksida u prostoru. Na slici 37 je vidljiva shema spajanja regulacije dvije VAV kutije.



Slika 36 Priključna kutija SmartVAV



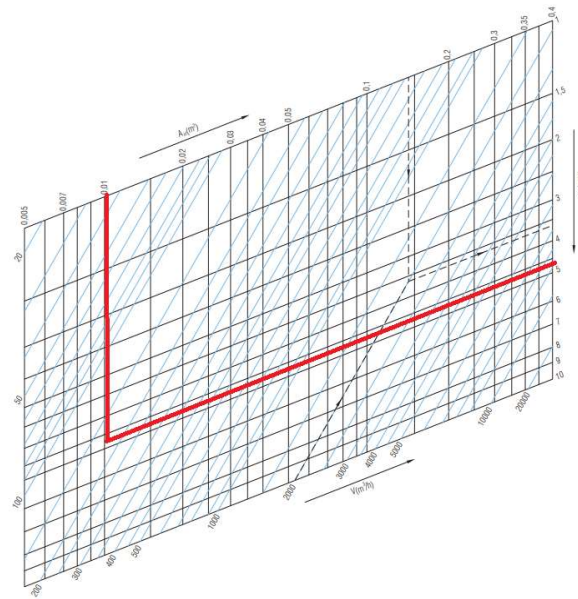
Slika 37 Shema spajanja regulacije dvije VAV priključne kutije

Odabrane su odsisne rešetke proizvođača Klimaoprema tipa OAH 125x225 te su također u slučaju odsisnog protoka u prostoru većeg od $200 \text{ m}^3/\text{h}$ za taj prostor ugrađene dvije rešetke. Za prostore koji opskrbljuju sanitarije svježim zrakom nije predviđena ugradnja odsisne rešetke. Odsis zraka se iz tih prostora vrši strujanjem prema prostorima nižeg tlaka onemogućujući tako širenje mirisa. Odsisne rešetke (slika 38) ugrađene su također u priključnu kutiju SmartVAV u razini spušenog stropa.



Slika 38 Odsisna rešetka OAH-H

Provjera odabranih rešetki vrši se preko dijagrama prikazanog na slici 39. Za osisnu rešetku OAH 125x225 efektivna površina iznosi $0,011 \text{ m}^2$ za maksimalni protok kroz jednu rešetku od $182 \text{ m}^3/\text{h}$. Iz dijagrama (slika 39) je vidljivo da je u kritičnom slučaju brzina strujanja na odsisnoj rešetki manja od 5 m/s .



Slika 39 Odabir odsisne rešetke

6.2. Pad tlaka i dimenzioniranje kanala

Kanalima se dimenzije unutar računalnog programa Revit® mogu definirati pojedinačno ili uz pomoć automatskog računalnog alata. Dimenzioniranje kanala provedeno je za svaki kanal pojedinačno, tako da brzina strujanja ne bude veća od 5 m/s. Nakon završetka ucrtavanja kanalnog razvoda preuzimaju se podaci o dimenzijama, protocima i duljinama pojedinih dionica. Na temelju tih podataka izvršen je proračun pada tlaka za kritičnu dionicu. Proračun je proveden ručno prema Darcy - Weisbachovom izrazu.

$$\Delta p_T = \left(\sum \lambda \frac{L}{d} + \sum \zeta \right) \frac{\rho w^2}{2} = \sum R L + \sum Z \text{ [Pa]}$$

λ - koeficijent trenja

L – duljina dionice [m]

d – hidraulički promjer dionice [m]

$\sum \zeta$ – zbroj koeficijenata lokalnih otpora dionice

ρ – gustoća zraka [kg/m³]

w – brzina strujanja zraka [m/s]

Koeficijent trenja λ za turbulento strujanje iskazan je sljedećim izrazom:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \lg \left(\frac{2,51}{\text{Re} \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71 \cdot d} \right)$$

Koeficijent trenja izračunat je iterativnim putem i ponovljen dok vrijednosti zadnja dva rješenja nisu unutar 1% razlike. Rezultati ručnog proračuna pada tlaka za kritičnu dionicu prikazani su u tablici 20.

Tablica 20 Rezultati vlastitog proračuna pada tlaka

Broj dionice	Širina (mm)	Visina (mm)	Duljina (m)	Brzina (m/s)	D _{hidr} (m)	Δp_{lin} (Pa)	Δp_{lok} (Pa)	Δp (Pa)
1,00	600	600	2,00	3,30	0,60	2,03	4,60	29,05
2,00	600	500	6,20	3,60	0,55	7,84	3,60	27,06
3,00	500	500	0,40	4,30	0,50	42,50	4,60	49,33
4,00	500	500	22,60	4,30	0,50	5,88	1,00	10,72
5,00	400	500	3,40	4,00	0,44	5,22	1,00	9,28
6,00	300	500	3,40	3,60	0,38	0,89	1,20	9,02
7,00	300	500	2,30	1,80	0,38	1,71	3,40	6,39
8,00	500	300	4,40	1,80	0,38	1,82	1,00	1,88
9,00	400	200	1,60	2,80	0,27	0,09	1,00	4,55
10,00	400	200	5,30	2,10	0,27	0,07	1,00	2,56
11,00	400	200	5,10	1,60	0,27	0,11	2,00	2,97
12,00	450	120	3,80	1,70	0,19	0,03	1,00	1,68
13,00	350	200	2,80	1,30	0,25	0,06	1,00	0,98
14,00	400	120	1,90	1,70	0,18	0,03	1,00	1,68
15,00	350	120	1,10	1,30	0,18	0,07	1,00	0,98
16,00	300	120	2,30	1,40	0,17	0,02	1,00	1,14
17,00	300	120	0,80	1,10	0,17	0,03	15,00	10,53
Ukupno								238,17

Proveden je i proračun pada tlaka pomoću računalnog programa Revit®. Pokretanjem naredbe za proračun pada tlaka otvara se dijalog sa postavkama proračuna. Nakon odabira željenih izlaznih parametara, rezultat se ispisuje u .html datoteku. Računalni program proračunava padove tlaka svih dionica kako bi se utvrdilo koja je dionica kritična. Rezultati proračuna za kritičnu dionicu prikazani su u tablici 21.

Tablica 21 Računalno generiran pad tlaka kritične dionice

Broj dionice	Širina (mm)	Visina (mm)	Duljina (m)	Brzina (m/s)	D_{hydr} (m)	Δp_{lin} (Pa)	Δp_{lok} (Pa)	Δp (Pa)
1	600	600	2,00	3,30	0,60	0,20	5,18	32,72
2	600	500	6,20	3,60	0,55	0,60	3,60	27,06
3	500	500	0,40	4,30	0,50	7,00	4,60	49,33
4	500	500	22,60	4,30	0,50	1,40	1,00	10,72
5	400	500	3,40	4,00	0,44	1,30	1,00	9,28
6	300	500	3,40	3,60	0,38	0,30	1,20	9,02
7	300	500	2,30	1,80	0,38	0,10	3,40	6,39
8	500	300	4,40	1,80	0,38	0,60	1,00	1,88
9	400	200	1,60	2,80	0,27	1,30	1,00	4,55
10	400	200	5,30	2,10	0,27	0,80	1,00	2,56
11	400	200	5,10	1,60	0,27	0,90	2,00	2,97
12	450	120	3,80	1,70	0,19	0,30	1,00	1,68
13	350	200	2,80	1,30	0,25	0,50	1,00	0,98
14	400	120	1,90	1,70	0,18	0,20	1,00	1,68
15	350	120	1,10	1,30	0,18	0,40	1,00	0,98
16	300	120	2,30	1,40	0,17	0,10	1,00	1,14
17	300	120	0,80	1,10	0,17	0,10	15,00	10,53
Ukupno								189,55

Zbog nemogućnosti pristupa samoj metodi proračuna pada tlaka koju program izvršava, teško je govoriti o razlozima ovalikih razlika u linijskim padovima tlaka. Najvjerojatniji uzrok razlike je iznos srednje visine hrapavosti kanala. Koeficijenti lokalnih gubitaka u oba su slučaja preuzeti iz ASHRAE-ovih tablica.

6.3. Centralna ventilacijska jedinica

Za potrebe dimenzioniranja hladnjaka i grijača centralne jedinice za pripremu zraka proveden je proračun (tablica 22) potrebnih energija za grijanje, odnosno hlađenje za zimske i ljetne projektne uvjete dobivene prema metodologiji iz HRN EN ISO 15927-5.

Tablica 22 Projektne vrijednosti za proračun potrebne energije za pripremu zraka

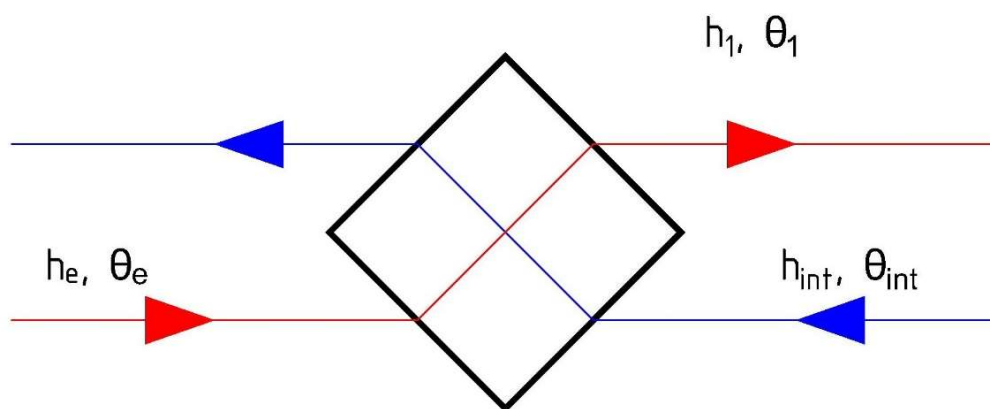
	Zima	Ljeto
Temperatura vanjskog zraka θ_e [°C]	-15	27,4
Temperatura vlažnog termometra θ_w [°C]	-15,4	20,7
Unutarnja temperatura θ_{int} [°C]	22	26
Temperatura ubacivanja θ_u [°C]	22	26
Entalpija ubacivanog zraka h_u [kJ/kg]	24,126	56,602
Entalpija vanjskog zraka h_e [kJ/kg]	-13,033	57,981

Volumni protok : $q_v = 9400 \text{ m}^3/\text{h} = 2,6 \text{ m}^3/\text{s}$

Gustoća zraka : $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$

Maseni protok zraka: $q_m = 2,166 \text{ kg/s}$

Faktor povrata topline rekuperatora: $\eta_{hru} = 85\%$



Slika 40 Shematski prikaz rekuperatora

Jednadžba rekuperatora

$$\eta_{hru} = \frac{(\theta_1 - \theta_u)}{(\theta_{int} - \theta_e)}$$

Energija za pripremu vanjskog zraka uz faktor povrata topline rekuperatora od 85% određuje se prema sljedećim izrazima:

Temperatura na ulazu u grijač/hladnjak:

$$\theta_1 = \eta_{HRU}(\theta_{int} - \theta_e) + \theta_u \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Zimski period

$$\theta_l = 16,45 \text{ }^\circ\text{C}$$

Entalpija na ulazu u grijač:

$$h_l = 18,55 \text{ kJ/kg}$$

Potrebna energija na grijaču:

$$\Phi = q_m(h_u - h_l) = 2,166 \times (24,126 - 18,55) = 12,08 \text{ kW}$$

Ljetni period

$$\theta_l = 26,21 \text{ }^\circ\text{C}$$

Entalpija na ulazu u hladnjak:

$$h_l = 56,808$$

Potrebna energija na hladnjaku:

$$\Phi = q_m(h_u - h_l) = 2,166 \times (56,602 - 56,808) = -2,5 \text{ kW}$$

Prema količini svježeg zraka odabrana je kompaktna centralna ventilacijska jedinica (slika 39) proizvođača Proklima ProkPAKT CPL13000. Tehničke karakteristike centralne ventilacijske jedinice su:

Eksterni pad tlaka dobavnog ventilatora	300 Pa
Eksterni pad tlaka odsisnog ventilatora	300 Pa
Efikasnost rekuperatora	85%
Snaga grijača	
(temperaturni režim: zrak 15°C, voda 80°C/60°C)	43,6 kW
(temperaturni režim: zrak 15°C, voda 40°C/35°C)	17,96 kW
Snaga hladnjaka	
(temperaturni režim: zrak 28°C, voda 7°C/12°C)	65 kW
Klasa prvog stupnja filtracije	F7
Klasa drugog stupnja filtracije	F9
Klasa filtracije odsisa	M6



Slika 41 Kompaktna centralna jedinica za ventilaciju

7. Tehnički opis termotehničkih sustava i regulacije

Promatrana bolnička zgrada, korisne površine 2700 m², nalazi se na području grada Varaždina te se sastoji od pet etaža. Strojarnica se nalazi u negrijanom i nehladenom dijelu podruma, dok su ostatak podruma i ostale etaže grijane, hladene i ventilirane.

Projektni toplinski gubici zgrade prema HRN EN ISO 12831 iznose 270 kW, a toplinsko opterećenje prema smjernici VDI 2078 iznosi 235 kW. Predviđena je ugradnja sustava centralnog grijanja/hlađenja s dizalicom topline voda-voda kao toplinskim izvorom. Kao ogrijevna/rashladna tijela u prostorijama predviđeni su ventilokonvektori. Za potrebe ostvarivanja odgovarajuće kvalitete zraka u zgradi predviđen je centralni sustav prisilne ventilacije s povratom topline iz istrošenog zraka.

7.1. Grijanje i hlađenje

Izvor tolnskog i rashladnog učina je dizalica topline voda-voda proizvođača Ciat tipa Dynaciat Power 900V, nazivnog toplinskog učina 352 kW pri temperaturnom režimu od 40°C/35°C. Cijevi primarnog kruga dizalice topline su čelične bešavne DN200 . Spojene su na razdjelak s hidrauličkom skretnicom proizvođača ITG Sarajevo tip HSD velične D200 radi osiguravanja hidrauličke uravnoteženosti između primarnog i sekundarnih krugova potrošača. U sekundarom krugu je pomoću razdjelnika/sabirnika odvojeno deset grupa potrošača.

Svaki krug potrošača opremljen je vlastitom cirkulacijskom pumpom proizvođača Danfos koja omogućuje prijenos ogrijevnog/rashladnog medija od razdjelnika do razdjelnih ormarića na koje su spojeni ventilokonvektori. U svakom krugu potrošača ispred pumpe u polaznom jevodu ugrađen troputni miješajući ventil tipa GEF4, proizvođača Amat, sa električnim upravljačkim sklopom, koji služi za regulaciju temperature polaznog voda. Cijevni razvod do razdjelnih ormarića zapadnih potrošačkih grupa vođen je kroz centralno stubište, dok je razvod istočnih potrošačkih grupa vođen kroz postojeće instalacijsko okno.

U prostorijama su kao ogrijevna tijela postavljeni parapetni ventilokonvektori proizvođača Valiant tipa aroVAIR CN, dimenzionirani prema projektnim toplinskim gubicima prostorije ukupnog instaliranog učina grijanja 370 kW. Popis ugrađenih ventilokonvektora po pojedinim prostorijama nalazi se u tablici u prilogu 1. Ventilokonvektori su tvornički opremljeni troputnim miješajućim ventilima i ugrađen im je digitalni termostatski proizvođača Valiant tipa VA 1-WC C, što im omogućuje regulaciju učina promjenom brzine vrtnje ventilatora i promjenom temperature ulazne vode.

Sustav radi u režimu grijanja i režimu hlađenja. Odabrana dizalica topline ima mogućnost preokretanja procesa tako da sustav ventilokonvektora opskrbljuje rashladnim učinkom u periodu hlađenja. Unutar dizalice topline ugrađen je četveroputni ventil koji ima mogućnost promjene smjera strujanja radne tvari kroz isparivač/kondenzator. Time se postiže mogućnost grijanja i hlađenja zgrade s jednim sustavom. Nazivni rashladni učin dizalice topline je 288 kW pri temperaturnom režimu rashladne vode od 7°C/12°C. Ukupan instaliran rashladni učin ventilokonvektora iznosi 435 kW.

7.1. Ventilacija

Potrebne količine vanjskog zraka po prostorijama određene su prema minimalnom preporučenom broju izmjena zraka iz [2]. U prostorije se, u razini spušenog stropa ugrađuju difuzori proizvođača Klimaoprema tipa DEK-K 310. Distributeri su dimenzionirani prema srednjoj istrujnoj brzini u zoni boravka. Popis ugrađenih distributera po prostorijama nalazi se u tablici priloga 2. Spajanje distributera na sustav razvoda zraka izvršen je preko priključne kutije s promjenjivim protokom zraka SmartVAV proizvođača Klimaoprema. Kao odsisni terminalni uređaji sustava ventilacije ugrađene su rešetke OAV 125x225 mm. One su također spojene na kanale odsisa putem priključne kutije s promjenjivim protokom zraka Smart VAV. Upravljanje ventilima varijabilnih protoka u priključnim kutijama vrši se preko uređaja Codis C35 VAV proizvođača Klimaoprema. Po jedan takav uređaj ugrađuje se za svaki par distributera i odsisne rešetke. Uređaj upravlja protokom zraka u prostoriji u ovisnosti o koncentraciji ugljičnog dioksida u prostoru i statusa okupiranosti prostora putem senzora okupiranosti.

Za pripremu svježeg zraka služi centralna jedinica za pripremu zraka proizvođača ProKlima tipa ProkPAKT CPL13000 s sustavom povrata topline iz istrošenog zraka. Potrebnu energiju za grijanje i hlađenje zraka opskrbljuje dizalica topline voda-voda. Snaga grijača centralne ventilacijske jedinice je 18 kW za temperaturni režim ogrijevne vode 40°C/35°C, a rashladni učin hladnjaka za temperaturni režim rashladne vode od 7°C/12°C iznosi 65 kW. Učin grijača i hladnjaka regulira se pomoću troputnog miješajućeg ventila ugrađenog na ulazni vod oba uređaja. Pad tlaka kritične dionice iznosi 240 Pa, dok su maskimalne vrijednosti eksternog pada tlaka odsisnog i dobavnog ventilatora 300 Pa. Ventilator promjenom brzine vrtnje održava konstantu razliku tlaka te tako osiguravaju hidrauličko uravnoteženje sustava u slučaju noćnog rada kada su uredski prostori i čekaonice neokupirani pa nema potrebe za svježim zrakom. Centralna ventilacijska jedinica isporučuje se s pločastim rekuperatorom sa stupnjem povrata topline od 85%.

8. Zaključak

U ovom radu izrađen je projekt sustava grijanja, hlađenja i ventilacije bolničke zgrade na području grada Varaždina. Prilikom izrade projektnog rješenja poštovani su svi zakoni, tehnički pravilnici i norme.

Određeni su projektni toplinski gubici zgrade prema normi HRN EN ISO 12831. Ukupni projektni toplinski gubici zgrade iznose 270 kW te je prema njima dimenzionirana oprema za grijanje. Proračun projektnog toplinskog opterećenja proveden je prema smjernici VDI 2078 te je određeno toplinsko opterećenje zgrade od 235 kW. Proračun toplinskog opterećenja proveden je pomoću računalnog programa IntegraCAD.

Sustav grijanja i hlađenja izveden je kao centralni dvocijevni s ventilokonvektorima kao ogrijevnim/rashladnim tijelima. Temperaturni režim rada u periodu grijanja je 43°C /35°C, a u periodu hlađenja 7°C /12°C

Proračunate su potrebne količine vanjskog zraka, koje na razini cijele zgrade iznose 9400 m³/h. Pomoću računalnog programa Revit® projektiran je centralni sustav prisilne ventilacije s povratom topline iz istrošenog zraka.

Izračunati su padovi tlaka sustava ventilacije pomoću računalnog programa Revit® i vlastitim proračunom. Razlike između rezultata dvije metode proračuna sadržane su u izračunima linijskih gubitaka, uzrokovanih različitim vrijednostima za hrapavost kanala.

LITERATURA

- [1] 2015. ASHRAE Hanbook: Applications
- [2] Recknagel, Sprenger, Schmarek, „Grejanje i klimatizacija“, Vrnjačka Banja, 2011.
- [3] Makuc, D.:Venko, E.:“Efikasni sistemi KGH u bolnicama“ Izvod iz tehničkih smernica za izgradnju zdravstvenih objekata/bolnica – Poglavlje Ventilacija i klimatizacija
- [4] Balen, I.: Podloge za predavanje iz kolegija "Grijanje" i "Klimatizacija", Zagreb
- [5] 2015. ASHRAE Hanbook: Applications
- [6] Kraut, B.: Strojarski priručnik, Tehnička knjiga Zagreb, 1970..
- [7] <https://www.grundfos.com/>
- [8] Katalog proizvođača: Klimaoprema
<http://www.klimaoprema.hr/hr/hvac/preuzimanja/katalog-proizvoda-hvac/>
- [9] Katalog proizvođača: ProKlima
<http://www.proklima.hr/media/31026/proklima-2018-hr.pdf>
- [10] Katalog proizvođača: Vailant
<https://www.vaillant.hr/krajnji-korisnici/proizvodi/svi-proizvodi/>
- [11] Katalog proizvođača: ITG Sarajevo
<http://www.itgkotoao.com/proizvodi.htm>
- [12] <http://amot.com/>
- [13] <http://www.obv.hr/dogadaji/projekt-energetske-obnove-opce-bolnice-varazdin/a73>
- [14] <https://www.google.com/maps/place/Op%C4%87a+bolnica+Vara%C5%BEdin/@46.3025632,16.3251393,15z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x78c230df92fae6cc!8m2!3d46.3025632!4d16.3251393>
- [15] http://www.eko-puls.hr/Toplinske_pumpe.aspx

PRILOZI

- I. Projektni toplinski gubici i toplinsko opterećenje prostorija
- II. Količina ubacivanog svježeg zraka po prostorijama
- III. CD-R disc
- IV. Tehnička dokumentacija

I. Projektni toplinski gubici i toplinsko opterećenje prostorija

Oznaka prostorije	Naziv prostorije	ϕ_i	ϕ_{hl}
-1,01	WC	1329	523
-1,02	Arhiva	1293	1102
-1,03	Ured	1155	867
-1,04	Hodnik	20345	603
-1,05	Arhiva	4296	591
-1,06	Arhiva	2714	594
-1,07	Arhiva	2835	587
-1,08	Arhiva	2627	584
-1,09	Arhiva	2312	1085
-1,10	Arhiva	2692	585
-1,11	Arhiva	1723	76
-1,12	WC	486	267
-1,13	WC	1114	1676
-1,14	Stubište	8719	2361
-1,15	Spremište	0	0
-1,16	Kotlovnica	0	0
-1,17	Spremište	0	0
-1,18	Spremište	0	0
-1,19	Spremište	0	0
0,01	Ordinacija	1577	4512
0,02	Ordinacija	774	2558
0,03	Čajna kuhinja	609	2078
0,04	Predprostor	0	166
0,05	Recepcija	672	2824
0,06	Ordinacija	675	2480
0,07	Ordinacija	677	2476
0,08	Ordinacija	922	2501
0,09	Spremište	0	313
0,10	Ordinacija	1531	4498
0,11	Ordinacija	771	2618
0,12	Ordinacija	763	2604
0,13	Glavna sestra	908	2174
0,14	Stubište	1742	5470
0,15	Ured	1163	1449
0,16	Hodnik	8322	2904
0,17	Čekaonica	9692	3116
0,18	Hodnik	8914	3164
0,19	Hodnik	3423	3391
0,20	Ured	2873	1911
0,21	Stubište	5214	900
0,22	Hodnik	1364	626
0,23	Predpostor	371	226

0,24	Predprostor	947	394
0,25	Sanitarije	899	364
0,26	Kupaonica	1883	372
0,27	Ordinacija	3069	761
0,28	Hodnik	522	370
0,29	Upis pacijenta	1371	592
0,30	Ordinacija	2382	652
0,31	Predprostor	387	194
0,32	WC	461	252
0,33	Spremište	0	403
0,34	Sanitarije	409	193
0,35	Spremište	615	262
0,36	Garderoba	0	263
0,37	Sanitarije	728	339
0,38	Čajna kuhinja	3852	3238
0,39	Nuklearni otpad	2034	1500
0,40	Čekaonica	8427	837
0,41	Predprostor	321	2604
0,42	Recepcija	1697	2174
0,43	Predprostor	639	3164
0,44	Ordinacija	1400	5470
0,45	Čajna kuhinja	2851	3238
0,46	Ordinacija	893	339
0,47	Ordinacija	1357	263
0,48	WC	0	181
0,49	WC	111	176
0,50	WC	551	331
0,51	WC	280	185
0,52	WC	590	381
0,53	WC	485	670
1,01	Sanitarije	177	210
1,02	Soba	723	931
1,03	Bolesnička soba	623	926
1,04	Sanitarije	137	230
1,05	Bolesnička soba	625	900
1,06	Bolesnička soba	767	992
1,07	Bolesnička soba	1370	1637
1,08	Kupaonica	658	653
1,09	Predprostor	7	187
1,10	Bolesnička soba	627	901
1,11	Sanitarije	134	202
1,12	Bolesnička soba	627	903
1,13	Bolesnička soba	626	900
1,14	Sanitarije	137	200
1,15	Bolesnička soba	1337	903

1,16	Bolesnička soba	625	897
1,17	Sanitarije	137	201
1,18	Bolesnička soba	961	803
1,19	Stubište	1735	1239
1,20	Hodnik	652	3187
1,21	Čekaonica	681	2424
1,22	Čekaonica	1237	4737
1,23	Hodnik	36	782
1,24	Soba liječnika	731	2328
1,25	Stubište	934	2062
1,26	Soba liječnika	357	1054
1,27	Ambulanta	672	2011
1,28	Čajna kuhinja	324	838
1,29	Spremište	0	215
1,30	WC	54	167
1,31	Sanitarije	287	891
1,32	Soba liječnika	453	1002
1,33	Administracija	539	1774
1,34	Predprostor	2	178
1,35	Predprostor	7	178
1,36	Garderoba	272	881
1,37	Garderoba	371	880
1,38	Soba liječnika	2754	3328
1,39	Sanitarije	246	618
1,40	Garderoba	158	209
1,41	Soba liječnika	1077	2126
1,42	Sanitarije	0	201
1,43	Laboratorij	983	2244
1,44	Hodnik	999	2717
1,45	Laboratorij	730	1415
1,46	Soba liječnika	923	1716
1,47	WC	2	157
1,48	WC	136	492
1,49	WC	140	493
1,50	WC	77	281
1,51	Sanitarije	270	860
2,01	Bolesnička soba	2714	5910
2,02	Ambulanta	720	3040
2,03	Bolesnička soba	814	2818
2,04	Bolesnička soba	1442	5592
2,05	Kupaonica	681	2673
2,06	Predprostor	8	72
2,07	Bolesnička soba	653	2787
2,08	Sanitarije	140	289
2,09	Bolesnička soba	652	2784

2,10	Bolesnička soba	652	2787
2,11	Sanitarije	142	289
2,12	Bolesnička soba	654	2786
2,13	Soba liječnika	651	2785
2,14	Sanitarije	142	289
2,15	Soba liječnika	739	3092
2,16	Stubište	1801	7442
2,17	Hodnik/čekaonica	3100	2674
2,18	Hodnik	94	3288
2,19	Nečisto	0	554
2,20	Spremište	0	3043
2,21	Stubište	1175	- 31
2,22	Ured	391	2489
2,23	Odmor	386	1294
2,24	Ambulanta	463	1175
2,25	Čajna kuhinja	494	2481
2,26	Predprostor	0	1062
2,27	WC	139	28
2,28	Sanitarije	441	86
2,29	Soba liječnika	478	1071
2,30	Soba liječnika	553	1222
2,31	Predprostor	16	2288
2,32	Predprostor	14	67
2,33	Garderoba	298	70
2,34	Garderoba	422	1116
2,35	Sastanci	2942	1080
2,36	Predprostor	93	13644
2,37	WC	98	299
2,38	Radni prostor	0	300
2,39	Server	1242	5592
2,40	Ured	1190	4380
2,41	Ured	258	4481
2,42	Ured	444	2744
2,43	Čajna kuhinja	931	2752
2,44	Predprostor	0	550
2,46	WC	0	84
2,47	WC	149	625
2,48	WC	142	625
3,01	Bolesnička soba	1764	1487
3,02	Soba sestre	123	431
3,03	Bolesnička soba	819	1173
3,04	WC	55	172
3,05	Garderoba	36	206
3,06	Sanitarije	61	184
3,07	Soba sestre	732	1172

3,08	Recepcija	42	245
3,09	Bolesnička soba	818	1133
3,10	Bolesnička soba	808	1126
3,11	Servis opreme	819	1166
3,12	Bolesnička soba	703	180
3,13	Soba sestre	127	1134
3,14	Bolesnička soba	1554	271
3,15	Stubište	2483	1771
3,16	Hodnik	139	4284
3,17	Hodnik	535	1805
3,18	Predprostor	64	181
3,19	Nečisto	0	278
3,20	Stubište	467	1253
3,21	Garderoba	39	213
3,22	WC	239	521
3,23	Garderoba	156	194
3,24	Spremište	0	261
3,25	Priprema materijala	465	609
3,26	Čajna kuhinja	276	502
3,27	Odmor	777	336
3,28	Priprema vode	610	1005
3,29	Klima	167	231
3,30	Spremište	527	276
3,31	Predprostor	40	209
3,32	Predprostor	30	195
3,33	Tuš	23	194
3,34	Biblioteka	473	807
3,35	Osoblje	493	960
3,36	Osoblje	283	1123
3,37	Hodnik	75	505
3,38	Osoblje	259	632
3,39	Garderoba	541	1101
3,40	Hodnik	1357	496
3,41	Garderoba	28	2447
3,42	Soba sestre	125	196
3,43	WC	82	308
3,44	WC	195	183
3,45	Predprostor	80	501
3,46	WC	165	214
3,47	WC	243	742
3,48	WC	261	759
	Ukupno	269753	234687

II. Količina ubacivanog svježeg zraka po prostorijama

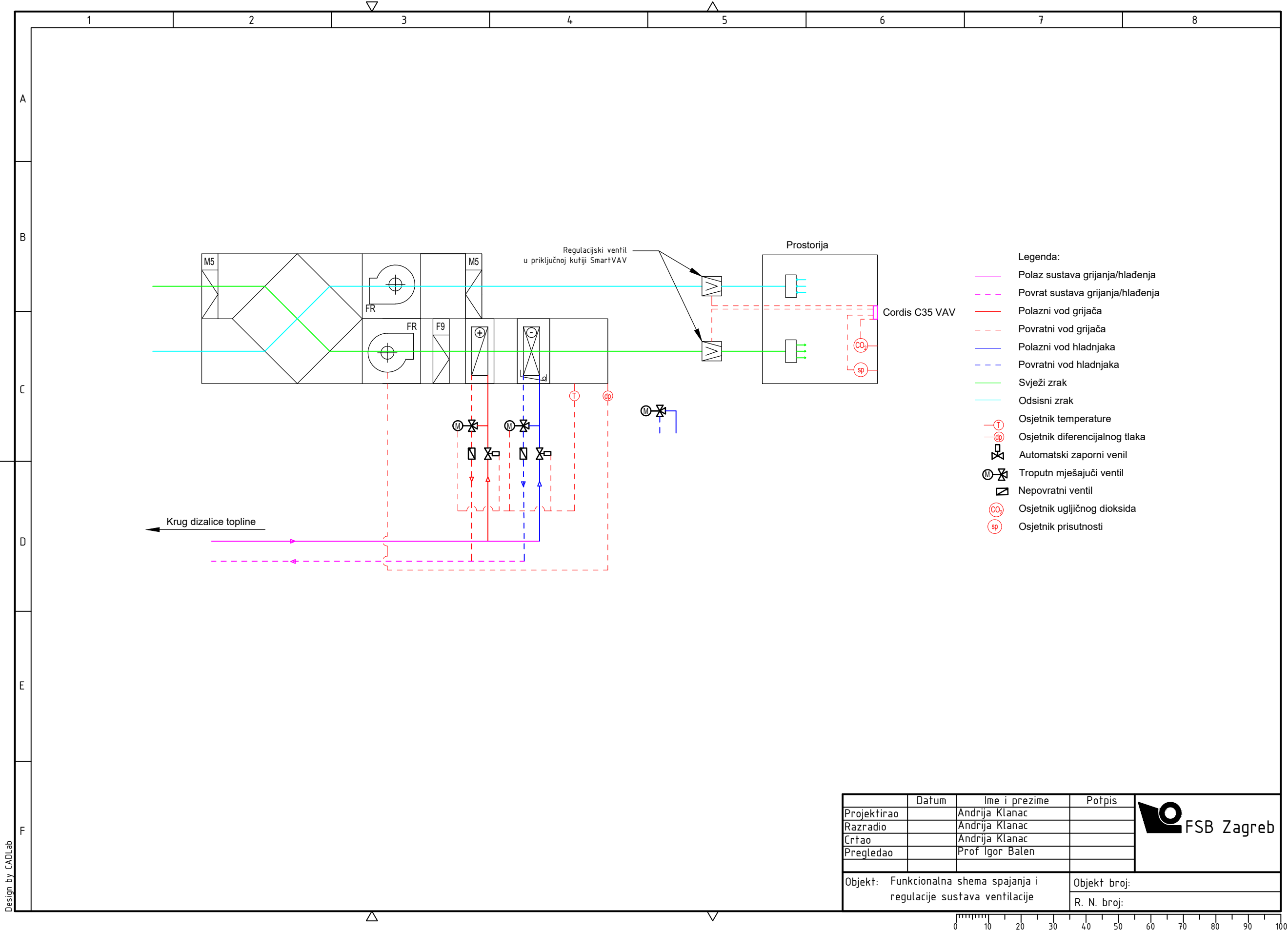
Broj Prostorije	Naziv prostorije	Površina prostorije	Volumen	Dobava (m ³ /h)	Odsis (m ³ /h)	Broj izmjena zraka (1/h)
-1.01	WC	2,31 m ²	5,64 m ³	0	50	4
-1.02	Arhiva	12,32 m ²	30,05 m ³	0	20	0,5
-1.03	Ured	12,32 m ²	30,05 m ³	60	60	2
-1.04	Hodnik	88,79 m ²	216,51 m ³	420	110	0,5
-1.05	Arhiva	15,61 m ²	38,06 m ³	0	20	0,5
-1.06	Arhiva	10,28 m ²	25,06 m ³	0	20	0,5
-1.07	Arhiva	10,69 m ²	26,06 m ³	0	20	0,5
-1.08	Arhiva	9,84 m ²	23,99 m ³	0	20	0,5
-1.09	Arhiva	8,56 m ²	20,86 m ³	0	20	0,5
-1.10	Arhiva	10,10 m ²	24,64 m ³	0	20	0,5
-1.11	Arhiva	5,85 m ²	14,26 m ³	0	20	0,5
-1.12	WC	2,17 m ²	5,30 m ³	0	50	4
-1.13	WC	2,54 m ²	6,20 m ³	0	50	4
-1.14	Stubište	27,49 m ²	67,03 m ³	50	50	0,5
-1.15	Spremište	56,99 m ²	138,98 m ³	0	0	0,5
-1.16	Kotlovnica	50,50 m ²	123,14 m ³	0	0	0,5
-1.17	Spremište	13,37 m ²	32,60 m ³	0	0	0,5
-1.18	Spremište	4,44 m ²	10,82 m ³	0	0	0,5
-1.19	Spremište	7,85 m ²	19,14 m ³	0	0	0,5
0.01	Ordinacija	29,84 m ²	72,76 m ³	150	150	2
0.02	Ordinacija	23,96 m ²	58,42 m ³	120	120	2
0.03	Čajna kuhinja	9,30 m ²	22,66 m ³	45	45	2
0.04	Predprostor	4,12 m ²	10,05 m ³	0	0	0
0.05	Recepcija	16,94 m ²	41,32 m ³	85	85	2
0.06	Ordinacija	17,17 m ²	41,86 m ³	85	85	2
0.07	Ordinacija	17,29 m ²	42,16 m ³	85	85	2
0.08	Ordinacija	15,81 m ²	38,55 m ³	85	85	2
0.09	Spremište	7,41 m ²	18,07 m ³	20	20	0,5
0.10	Ordinacija	22,40 m ²	54,63 m ³	110	110	2
0.11	Ordinacija	23,79 m ²	58,00 m ³	120	120	2
0.12	Ordinacija	23,19 m ²	56,55 m ³	115	115	2
0.13	Glavna sestra	13,18 m ²	32,13 m ³	65	65	2
0.14	Stubište	25,24 m ²	61,54 m ³	50	50	0,5
0.15	Ured	3,44 m ²	8,39 m ³	0	50	2
0.16	Hodnik	23,50 m ²	57,29 m ³	200	0	0,5
0.17	Čekaonica	50,54 m ²	123,24 m ³	120	120	0,5
0.18	Hodnik	46,13 m ²	112,49 m ³	0	0	0,5
0.19	Hodnik	14,01 m ²	34,16 m ³	50	0	0,5
0.20	Ured	12,45 m ²	30,35 m ³	60	60	2
0.21	Stubište	25,02 m ²	60,05 m ³	0	0	0,5
0.22	Hodnik	8,25 m ²	20,12 m ³	160	0	0,5
0.23	Predpostor	2,06 m ²	5,02 m ³	0	0	0

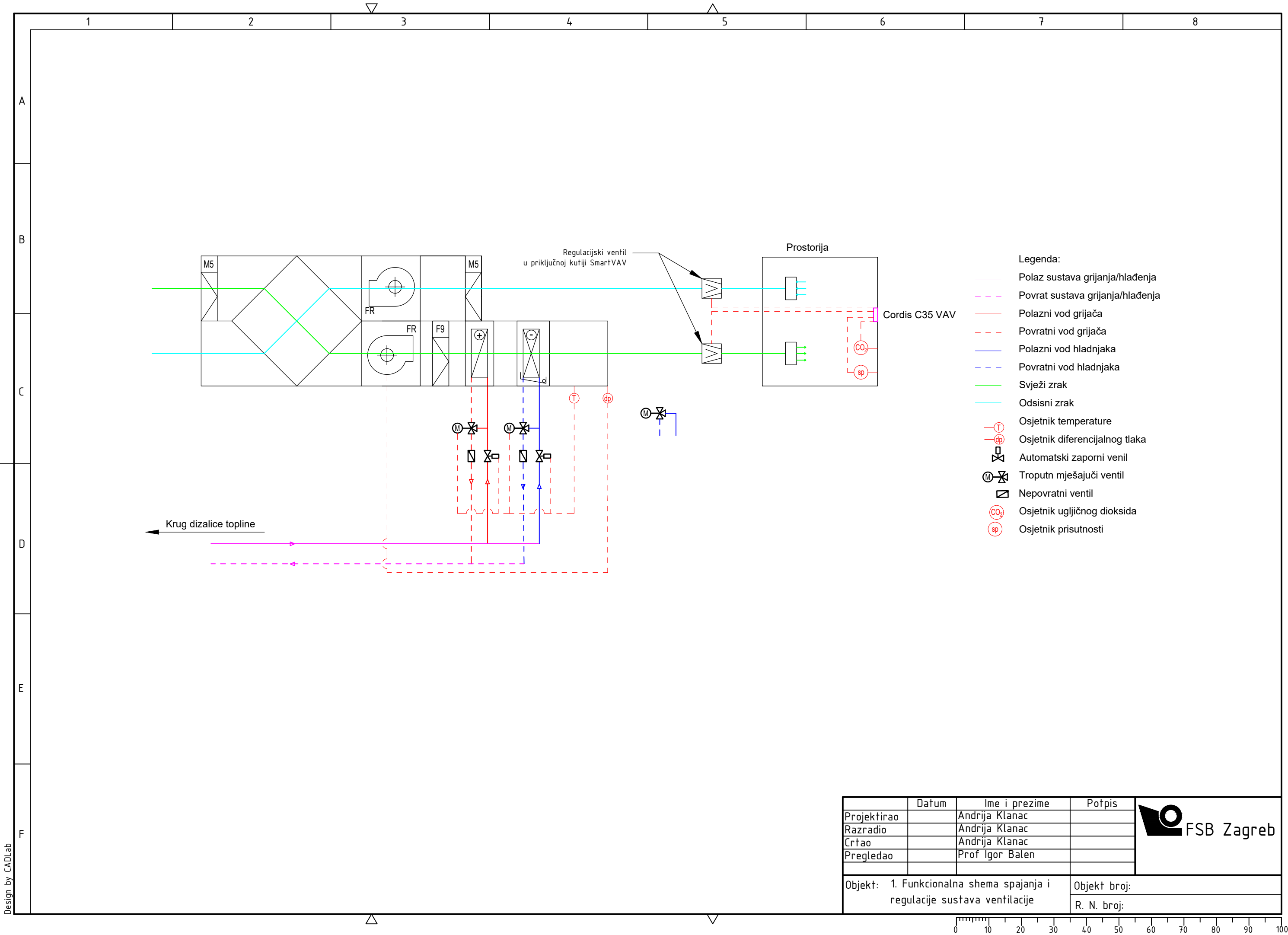
0.24	Predprostor	4,06 m ²	9,91 m ³	0	0	0
0.25	Sanitarije	3,39 m ²	8,27 m ³	0	50	4
0.26	Kupaonica	8,99 m ²	21,92 m ³	40	50	2
0.27	Ordinacija	15,67 m ²	38,21 m ³	80	80	2
0.28	Hodnik	3,08 m ²	7,52 m ³	0	0	0,5
0.29	Upis pacijenta	6,09 m ²	14,85 m ³	30	30	2
0.30	Ordinacija	11,05 m ²	26,94 m ³	60	60	2
0.31	Predprostor	1,71 m ²	4,16 m ³	0	0	0
0.32	WC	1,02 m ²	2,50 m ³	0	50	4
0.33	Spremište	6,31 m ²	15,38 m ³	0	0	0,5
0.34	Sanitarije	1,58 m ²	3,86 m ³	0	50	2
0.35	Spremište	1,53 m ²	3,72 m ³	0	0	0,5
0.36	Garderoba	7,04 m ²	17,17 m ³	50	0	2
0.37	Sanitarije	2,52 m ²	6,14 m ³	0	50	4
0.38	Čajna kuhinja	11,07 m ²	26,98 m ³	60	60	2
0.39	Nuklearni otpad	7,87 m ²	18,89 m ³	40	40	2
0.40	Čekaonica	25,03 m ²	60,07 m ³	40	40	0,5
0.41	Predprostor	1,56 m ²	3,74 m ³	0	0	0
0.42	Recepcija	8,80 m ²	21,12 m ³	45	45	2
0.43	Predprostor	2,43 m ²	5,84 m ³	50	0	0
0.44	Ordinacija	12,85 m ²	30,84 m ³	65	65	2
0.45	Čajna kuhinja	6,39 m ²	15,33 m ³	40	40	2
0.46	Ordinacija	12,37 m ²	29,69 m ³	60	60	2
0.47	Ordinacija	18,69 m ²	44,86 m ³	90	90	2
0.50	WC	1,71 m ²	4,17 m ³	0	50	4
0.51	WC	1,19 m ²	2,91 m ³	0	50	4
0.52	WC	1,38 m ²	3,36 m ³	0	50	4
0.53	WC	1,02 m ²	2,49 m ³	0	50	4
0.54	--	12,55 m ²	30,12 m ³	50	0	2
0.55	WC	1,50 m ²	3,59 m ³	0	50	4
0.56	WC	1,85 m ²	4,45 m ³	0	50	4
1.01	Sanitarije	2,05 m ²	5,00 m ³	0	0	4
1.02	Soba	16,09 m ²	39,23 m ³	100	0	2
1.03	Bolesnička soba	15,29 m ²	37,29 m ³	75	0	2
1.04	Sanitarije	3,51 m ²	8,56 m ³	0	0	4
1.05	Bolesnička soba	15,31 m ²	37,33 m ³	75	0	2
1.06	Bolesnička soba	23,71 m ²	57,82 m ³	120	0	2
1.07	Bolesnička soba	28,28 m ²	68,96 m ³	140	140	2
1.08	Kupaonica	14,68 m ²	35,80 m ³	75	75	2
1.09	Predprostor	1,37 m ²	3,34 m ³	0	0	0
1.10	Bolesnička soba	15,42 m ²	37,59 m ³	75	0	2
1.11	Sanitarije	3,51 m ²	8,56 m ³	0	150	4
1.12	Bolesnička soba	15,43 m ²	37,63 m ³	75	0	2
1.13	Bolesnička soba	15,54 m ²	37,89 m ³	75	0	2
1.14	Sanitarije	3,51 m ²	8,56 m ³	0	150	4

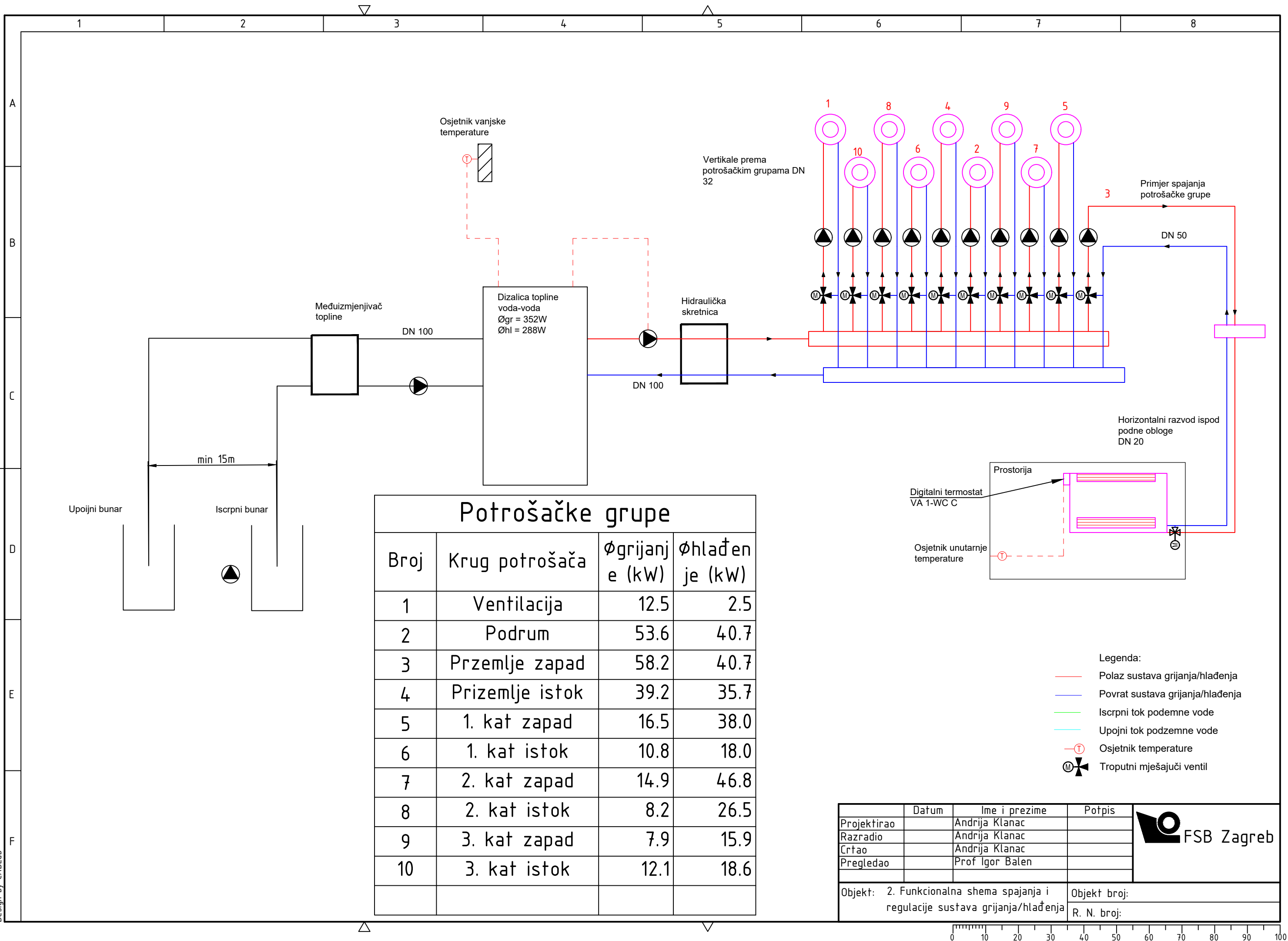
1.15	Bolesnička soba	15,56 m ²	37,93 m ³	75	0	2
1.16	Bolesnička soba	15,42 m ²	37,59 m ³	75	0	2
1.17	Sanitarije	3,51 m ²	8,56 m ³	0	150	4
1.18	Bolesnička soba	17,28 m ²	42,13 m ³	75	0	2
1.19	Stubište	25,24 m ²	61,54 m ³	50	50	0,5
1.20	Hodnik	27,21 m ²	66,36 m ³	40	0	0,5
1.21	Čekaonica	30,02 m ²	73,19 m ³	80	80	0,5
1.22	Čekaonica	63,43 m ²	154,67 m ³	90	0	0,5
1.23	Hodnik	10,43 m ²	25,44 m ³	0	0	0,5
1.24	Soba liječnika	12,71 m ²	30,98 m ³	65	0	2
1.25	Stubište	25,68 m ²	61,64 m ³	0	0	0,5
1.26	Soba liječnika	11,16 m ²	27,20 m ³	55	55	2
1.27	Ambulanta	15,79 m ²	38,50 m ³	80	80	2
1.28	Čajna kuhinja	9,25 m ²	22,55 m ³	50	50	2
1.29	Spremište	4,28 m ²	10,43 m ³	50	0	0,5
1.30	WC	1,26 m ²	3,06 m ³	0	50	4
1.31	Sanitarije	6,72 m ²	16,37 m ³	0	120	4
1.32	Soba liječnika	12,96 m ²	31,60 m ³	120	0	2
1.33	Administracija	6,87 m ²	16,75 m ³	40	40	2
1.34	Predprostor	1,67 m ²	4,07 m ³	0	0	0
1.35	Predprostor	1,55 m ²	3,79 m ³	0	0	0
1.36	Garderoba	4,07 m ²	9,92 m ³	0	30	2
1.37	Garderoba	8,09 m ²	19,73 m ³	50	50	2
1.38	Soba liječnika	19,69 m ²	48,02 m ³	100	100	2
1.39	Sanitarije	4,07 m ²	9,77 m ³	50	0	4
1.40	Garderoba	7,87 m ²	18,90 m ³	50	0	2
1.41	Soba liječnika	12,99 m ²	31,16 m ³	65	65	2
1.42	Sanitarije	1,20 m ²	2,87 m ³	0	0	4
1.43	Laboratorij	11,90 m ²	28,56 m ³	100	100	2
1.44	Hodnik	25,13 m ²	60,31 m ³	40	40	0,5
1.45	Laboratorij	13,69 m ²	32,84 m ³	100	100	2
1.46	Soba liječnika	16,14 m ²	38,74 m ³	80	80	2
1.47	WC	1,04 m ²	2,54 m ³	0	90	4
1.48	WC	1,00 m ²	2,44 m ³	0	0	4
1.49	WC	0,93 m ²	2,27 m ³	0	0	4
1.50	WC	1,35 m ²	3,24 m ³	0	50	4
1.51	Sanitarije	1,44 m ²	3,46 m ³	0	0	4
2.01	Bolesnička soba	37,35 m ²	91,07 m ³	300	300	2
2.02	Ambulanta	16,20 m ²	39,51 m ³	85	85	2
2.03	Bolesnička soba	23,71 m ²	57,82 m ³	150	150	2
2.04	Bolesnička soba	28,53 m ²	69,56 m ³	150	150	2
2.05	Kupaonica	14,55 m ²	35,47 m ³	75	75	2
2.06	Predprostor	1,31 m ²	3,20 m ³	0	0	0
2.07	Bolesnička soba	15,42 m ²	37,59 m ³	75	0	2
2.08	Sanitarije	3,51 m ²	8,56 m ³	0	150	4

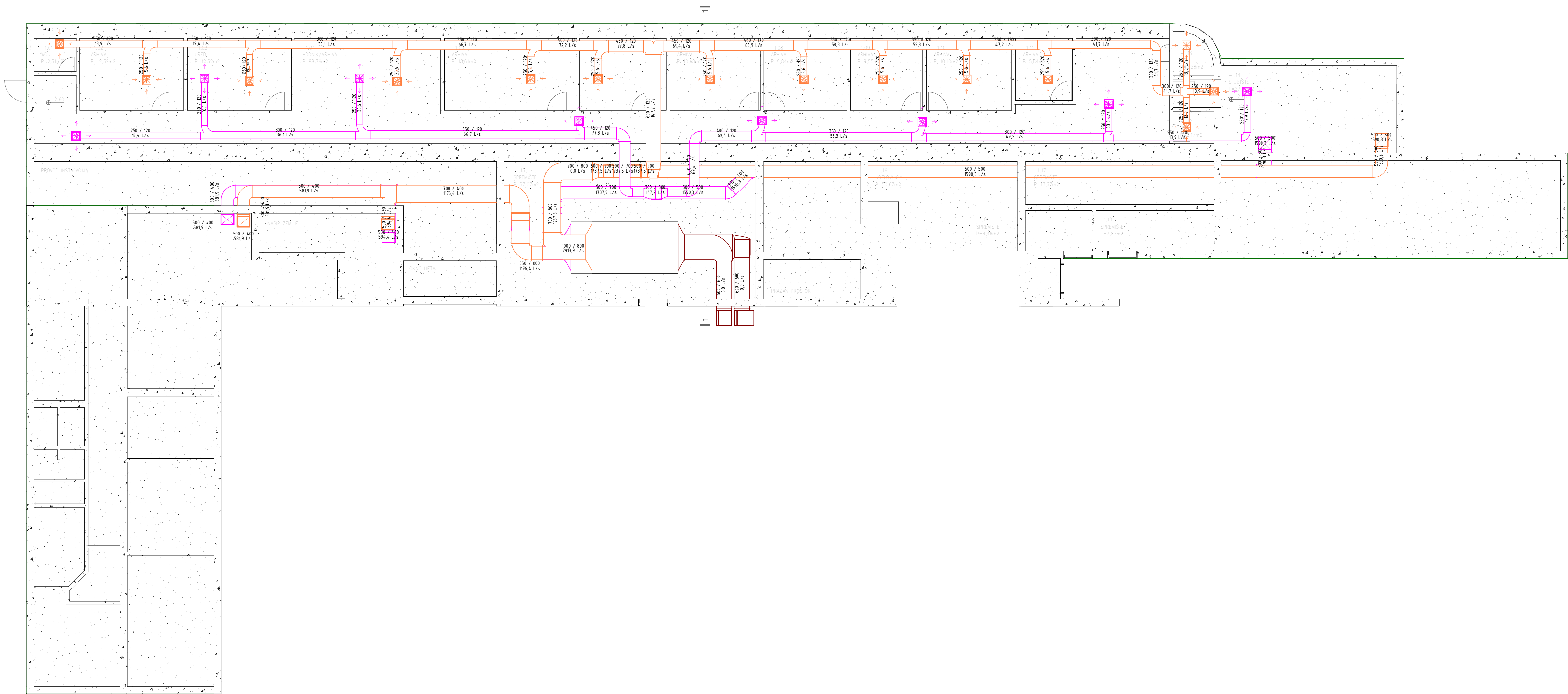
2.09	Bolesnička soba	15,43 m ²	37,63 m ³	75	0	2
2.10	Bolesnička soba	15,54 m ²	37,89 m ³	75	0	2
2.11	Sanitarije	3,51 m ²	8,56 m ³	0	150	4
2.12	Bolesnička soba	15,56 m ²	37,93 m ³	75	0	2
2.13	Soba liječnika	15,42 m ²	37,59 m ³	75	0	2
2.14	Sanitarije	3,51 m ²	8,56 m ³	0	150	4
2.15	Soba liječnika	17,26 m ²	42,10 m ³	75	0	2
2.16	Stubište	25,24 m ²	61,55 m ³	50	50	0,5
2.17	Hodnik/čekaonica	111,57 m ²	272,06 m ³	160	60	0,5
2.18	Hodnik	10,46 m ²	25,52 m ³	0	0	0,5
2.19	Nečisto	12,71 m ²	30,98 m ³	65	65	0,5
2.20	Spremište	12,11 m ²	29,06 m ³	50	50	0,5
2.21	Stubište	24,99 m ²	59,97 m ³	0	0	0,5
2.22	Ured	8,39 m ²	20,46 m ³	50	50	2
2.23	Odmor	11,52 m ²	28,10 m ³	55	55	2
2.24	Ambulanta	15,77 m ²	38,45 m ³	80	80	2
2.25	Čajna kuhinja	9,25 m ²	22,55 m ³	50	50	2
2.26	Predprostor	4,28 m ²	10,43 m ³	50	0	0
2.27	WC	1,26 m ²	3,06 m ³	0	50	4
2.28	Sanitarije	6,72 m ²	16,37 m ³	0	120	4
2.29	Soba liječnika	13,51 m ²	32,93 m ³	120	0	2
2.30	Soba liječnika	6,67 m ²	16,27 m ³	40	40	2
2.31	Predprostor	1,71 m ²	4,16 m ³	0	0	0
2.32	Predprostor	1,55 m ²	3,77 m ³	0	0	0
2.33	Garderoba	4,07 m ²	9,92 m ³	0	30	2
2.34	Garderoba	8,09 m ²	19,73 m ³	40	40	2
2.35	Sastanci	19,69 m ²	48,02 m ³	100	100	2
2.36	Predprostor	1,30 m ²	3,12 m ³	0	0	0
2.37	WC	1,38 m ²	3,31 m ³	0	50	4
2.38	Radni prostor	35,31 m ²	84,75 m ³	200	200	2
2.39	Server	13,44 m ²	32,26 m ³	30	30	0,5
2.40	Ured	11,76 m ²	28,22 m ³	70	70	2
2.41	Ured	13,48 m ²	32,35 m ³	70	70	2
2.42	Ured	12,43 m ²	29,82 m ³	80	80	2
2.43	Čajna kuhinja	2,93 m ²	7,03 m ³	30	30	2
2.44	Predprostor	5,41 m ²	12,97 m ³	50	0	0
2.46	WC	1,00 m ²	2,43 m ³	0	100	4
2.47	WC	1,02 m ²	2,50 m ³	0	0	4
2.48	WC	0,93 m ²	2,26 m ³	0	0	4
3.01	Bolesnička soba	45,23 m ²	110,28 m ³	240	240	2
3.02	Soba sestre	9,14 m ²	22,27 m ³	50	50	2
3.03	Bolesnička soba	18,37 m ²	44,79 m ³	100	100	2
3.04	WC	1,35 m ²	3,29 m ³	0	50	4
3.05	Garderoba	4,61 m ²	11,23 m ³	50	0	2
3.06	Sanitarije	2,33 m ²	5,67 m ³	0	50	4

3.07	Soba sestre	13,70 m ²	33,41 m ³	0	90	2
3.08	Recepcija	6,09 m ²	14,85 m ³	90	0	2
3.09	Bolesnička soba	18,83 m ²	45,92 m ³	100	100	2
3.10	Bolesnička soba	18,37 m ²	44,79 m ³	100	100	2
3.11	Servis opreme	18,60 m ²	45,35 m ³	50	50	2
3.12	Bolesnička soba	18,60 m ²	45,35 m ³	100	100	2
3.13	Soba sestre	9,14 m ²	22,27 m ³	50	50	2
3.14	Bolesnička soba	40,64 m ²	99,10 m ³	200	200	2
3.15	Stubište	31,39 m ²	76,54 m ³	0	0	0,5
3.16	Hodnik	18,83 m ²	45,90 m ³	50	0	0,5
3.17	Hodnik	64,34 m ²	156,88 m ³	120	80	0,5
3.18	Predprostor	1,43 m ²	3,49 m ³	0	0	0
3.19	Nečisto	3,28 m ²	7,99 m ³	0	0	0,5
3.20	Stubište	21,97 m ²	53,56 m ³	0	0	0,5
3.21	Garderoba	4,80 m ²	11,70 m ³	50	0	2
3.22	WC	1,80 m ²	4,39 m ³	0	50	4
3.23	Garderoba	4,68 m ²	11,41 m ³	50	0	2
3.24	Spremište	7,14 m ²	17,41 m ³	0	0	0,5
3.25	Priprema materijala	6,63 m ²	16,17 m ³	40	40	2
3.26	Čajna kuhinja	5,68 m ²	13,85 m ³	40	40	2
3.27	Odmor	12,00 m ²	29,26 m ³	65	65	2
3.28	Priprema vode	14,35 m ²	34,99 m ³	50	50	0,5
3.29	Klima	5,39 m ²	13,14 m ³	0	0	0,5
3.30	Spremište	9,84 m ²	24,00 m ³	0	40	0,5
3.31	Predprostor	3,79 m ²	9,23 m ³	50	0	0
3.32	Predprostor	2,88 m ²	7,01 m ³	50	0	0
3.33	Tuš	2,30 m ²	5,61 m ³	0	50	4
3.34	Biblioteka	13,06 m ²	31,86 m ³	60	60	0,5
3.35	Osoblje	12,39 m ²	30,21 m ³	60	60	2
3.36	Osoblje	11,54 m ²	28,15 m ³	60	60	2
3.37	Hodnik	7,56 m ²	18,43 m ³	0	0	0,5
3.38	Osoblje	9,83 m ²	23,98 m ³	60	60	2
3.39	Garderoba	11,34 m ²	27,64 m ³	50	50	2
3.40	Hodnik	13,10 m ²	31,93 m ³	50	0	0,5
3.41	Garderoba	3,63 m ²	8,85 m ³	50	0	2
3.42	Soba sestre	9,14 m ²	22,27 m ³	50	50	2
3.43	WC	1,71 m ²	4,17 m ³	0	50	4
3.44	WC	1,76 m ²	4,28 m ³	0	50	4
3.45	Predprostor	3,38 m ²	8,24 m ³	50	0	0
3.46	WC	1,53 m ²	3,73 m ³	0	50	4
3.47	WC	1,37 m ²	3,34 m ³	0	50	4
3.48	WC	1,93 m ²	4,71 m ³	0	50	4





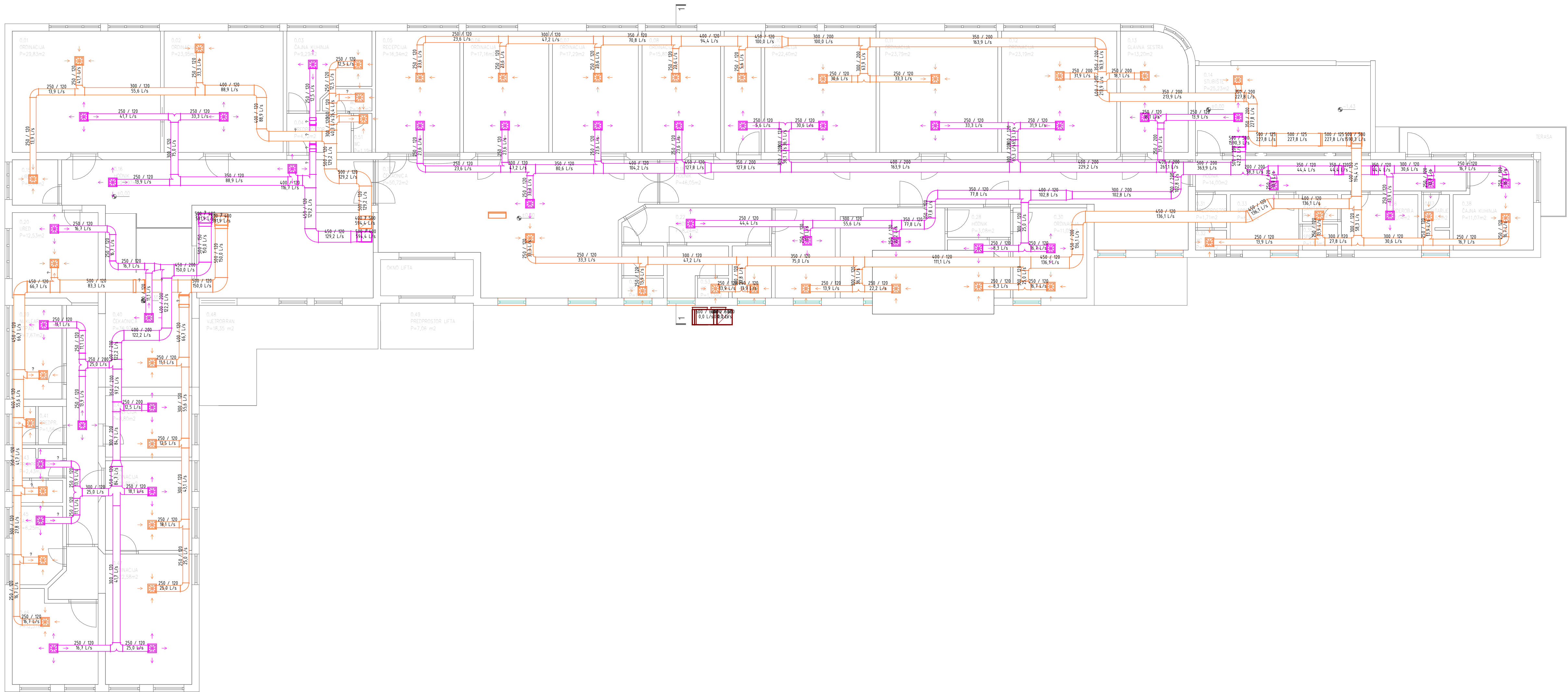




LEGENDA			
—	Sjebni zrak	—	Povratni zrak
—	Sjebni zrak	—	Otpadni zrak

Napomena:
Svi difuzori tipa DEK - O 310
Svi odsloni otvori tipa OAH 125x225

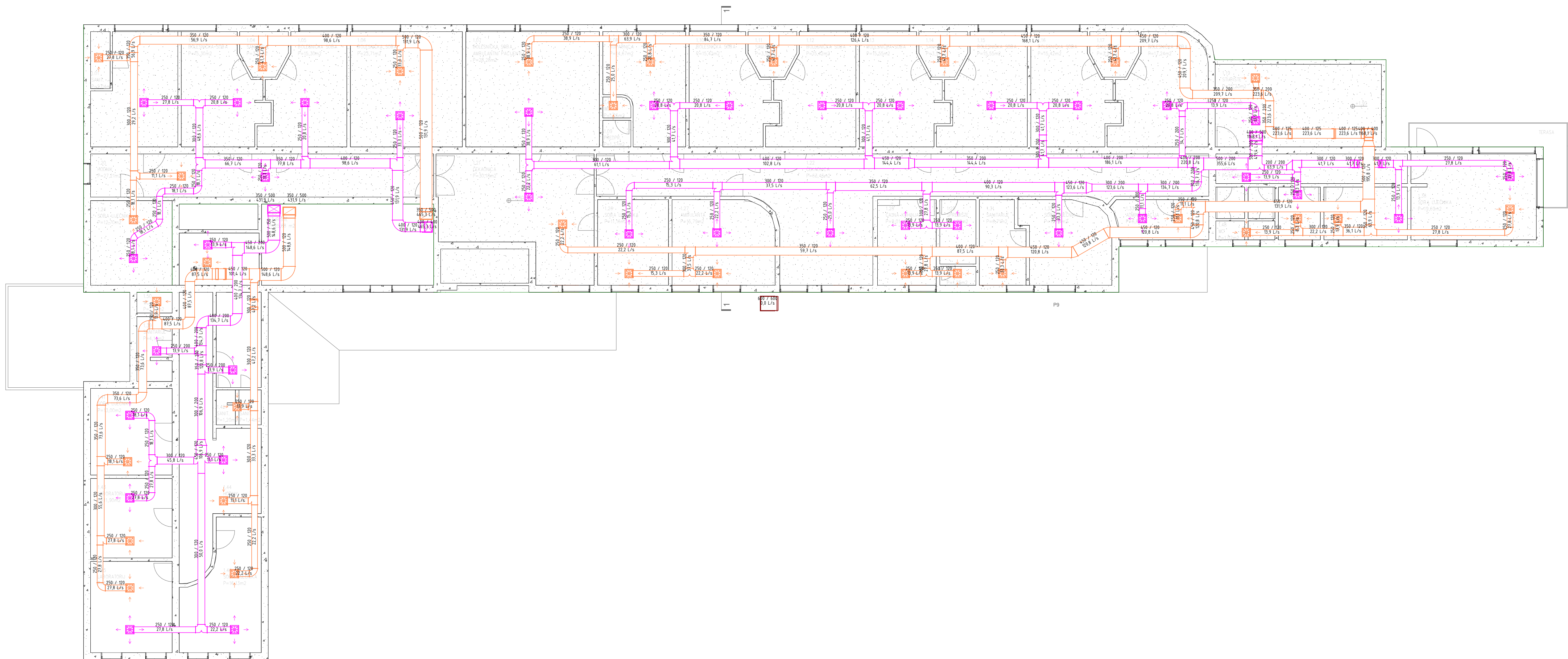
Projektor:	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	FSB Zagreb
Razradio:		Andreja Klanac		
Čitao:		Andreja Klanac		
Provjerao:		prof. gor. Bikan		
Objekt: 3. Tlocrt podruma - sustav ventilacije				Objekt broj:
				R. N. broj:



LEGENDA			
—	Sijebni zrak	—	Povratni zrak
—	Sijebni zrak	—	Opadni zrak

Napomena:
Svi dimenziji tipa DSK - 0.310
Svi odsjeci elon tipa OAH 125x225

Povjerenje	Datum	Ime i prezime	Potpis	FSB Zagreb
Povjerenje		Andrija Klarić		
Povjerenje		Andrija Klarić		
Povjerenje		Andrija Klarić		
Objekt: 4. Iloort prizemlja - sustav ventilacije				Objekt broj:
				R. N. broj:



LEGENDA			
—	Sjebni zrak	—	Povratni zrak
—	Sjebni zrak	—	Otpadni zrak

Napomena :
Svi difuzori tipa DEK - O 310
Svi odzračni čvorovi tipa G4H 125/25

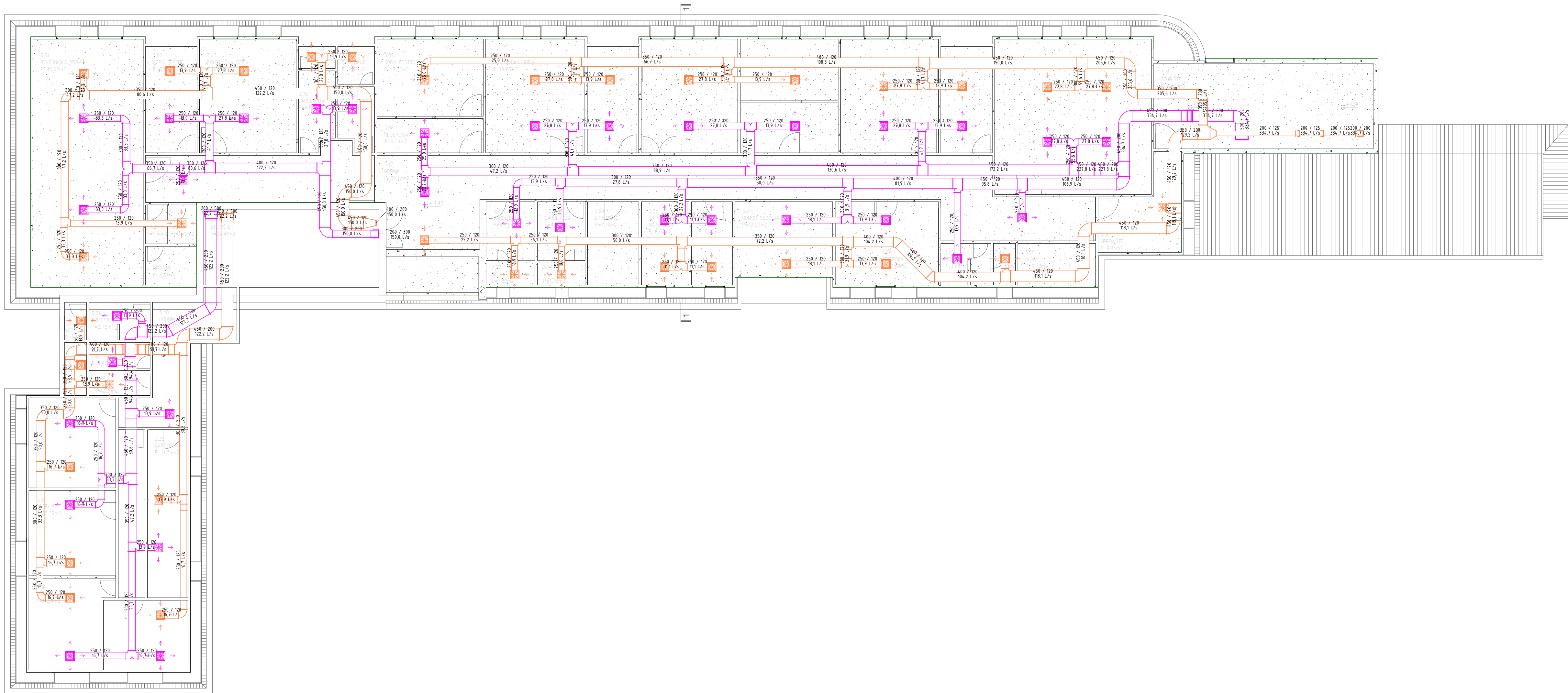
Povjerenik:	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	FSB Zagreb
Razradio:		Andrija Klarić		
Čitao:		Andrija Klarić		
Projekcio:		prof. gđr. Biser		
Objekt: 5. Tloort 1. kata - sustav ventilacije				Objekt broj:
				R. N. broj:



LEGENDA			
—	Sjedići zrak	—	Povratni zrak
—	Sjedići zrak	—	Opadni zrak

Napomena:
Svi difuzori tipa DEK - O 310
Svi odbojci tipa OAH 125x225

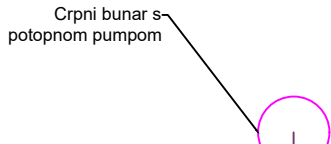
Površina:	Datum:	Ime i prezime:	Potpis:	FSB Zagreb
Razred:		Andrija Klarić		
Član:		Andrija Klarić		
Projektor:		prof. gđr. Biser		
Objekt: 6. Tloct 2. kata - sustav ventilacije				Objekt broj:
				R. N. broj:



LEGENDA			
—	Svežli zrak	—	Povratni zrak
—	Svežli zrak	—	Otpadni zrak

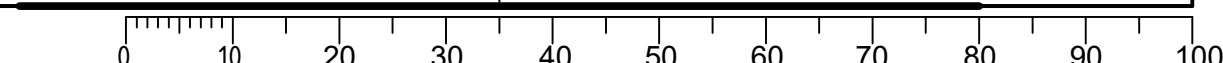
Napomena :
Svi dimenziji tipa DEX - 0.310
Svi odnosi otvori tipa DEX 125x225

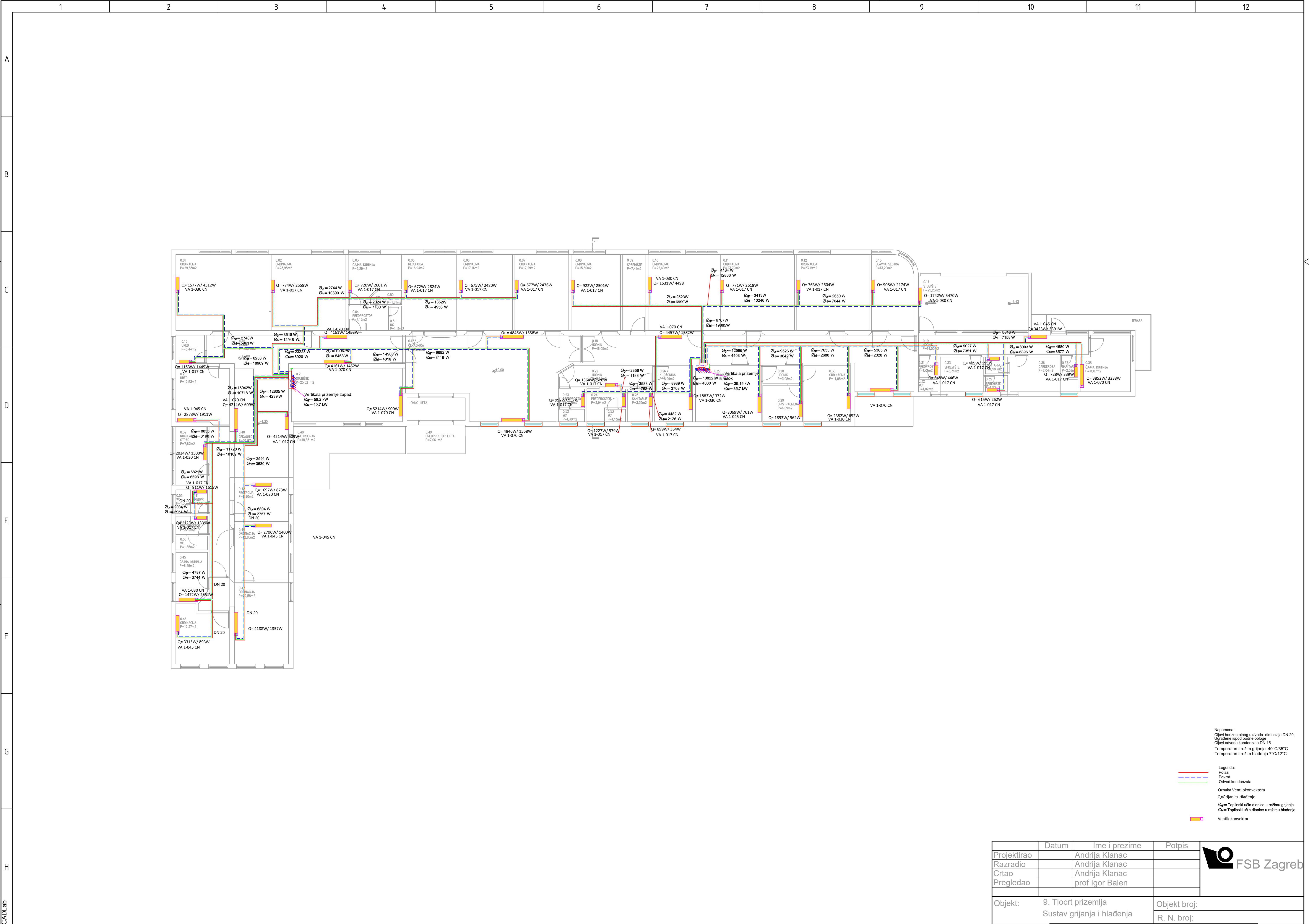
Površina:	Datum:	Ime i prezime:	Polje:	FSB Zagreb
Razred:		Andrija Klanc:		
Član:		Andrija Klanc:		
Projektor:		prof. gđr. Biser:		
Objekt: 7. Tloot 3. kata - sustav ventilacije				Objekt broj:
				R. N. broj:



✱

- Polaz sustava grijanja/hlađenja
- Povrat sustava grijanja/hlađenja
- Odvod kondenzata
- Polaz iz bunara
- Povrat u bunar
- Polaz međukrug
- Povrat međukrug
- Oznaka Ventilo-konvektora:
- =Grijanje/ Hlađenje
- _g= Toplinski učin dionice u re
- _h= Toplinski učin dionice u re
- Ventilo-konvektor



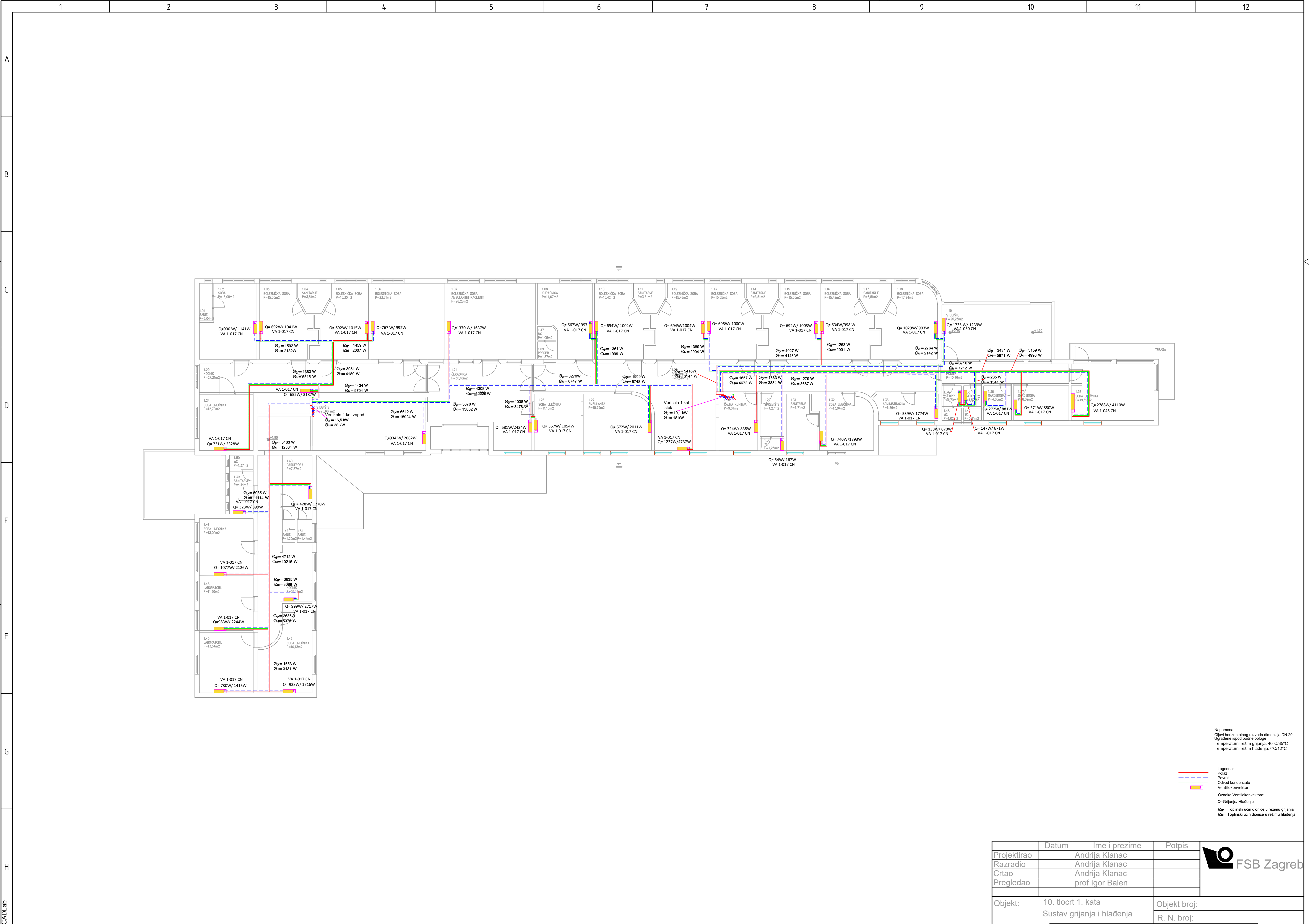


Napomena:
Cijevi horizontalnog razvoda, dimenzija DN 20.
Ugrađene ispod podne obloge
Cijevi odvoda kondenzata DN 15
Temperaturni režim grijanja: 40°C/35°C
Temperaturni režim hlađenja: 7°C/12°C

- Legenda:
- Polaz
 - Povrat
 - Odvod kondenzata
 - Oznaka Ventilokonvektora
 - Q=Grijanje/ Hlađenje
 - Qg= Toplinski učin dionice u režimu grijanja
 - Qh= Toplinski učin dionice u režimu hlađenja
 - Ventilokonvektor

Projektirao	Datum	Ime i prezime	Potpis
Razradio		Andrija Klanac	
Crtao		Andrija Klanac	
Pregledao		prof Igor Balen	
Objekt:	9. Tlocrt prizemlja Sustav grijanja i hlađenja		Objekt broj:
			R. N. broj:

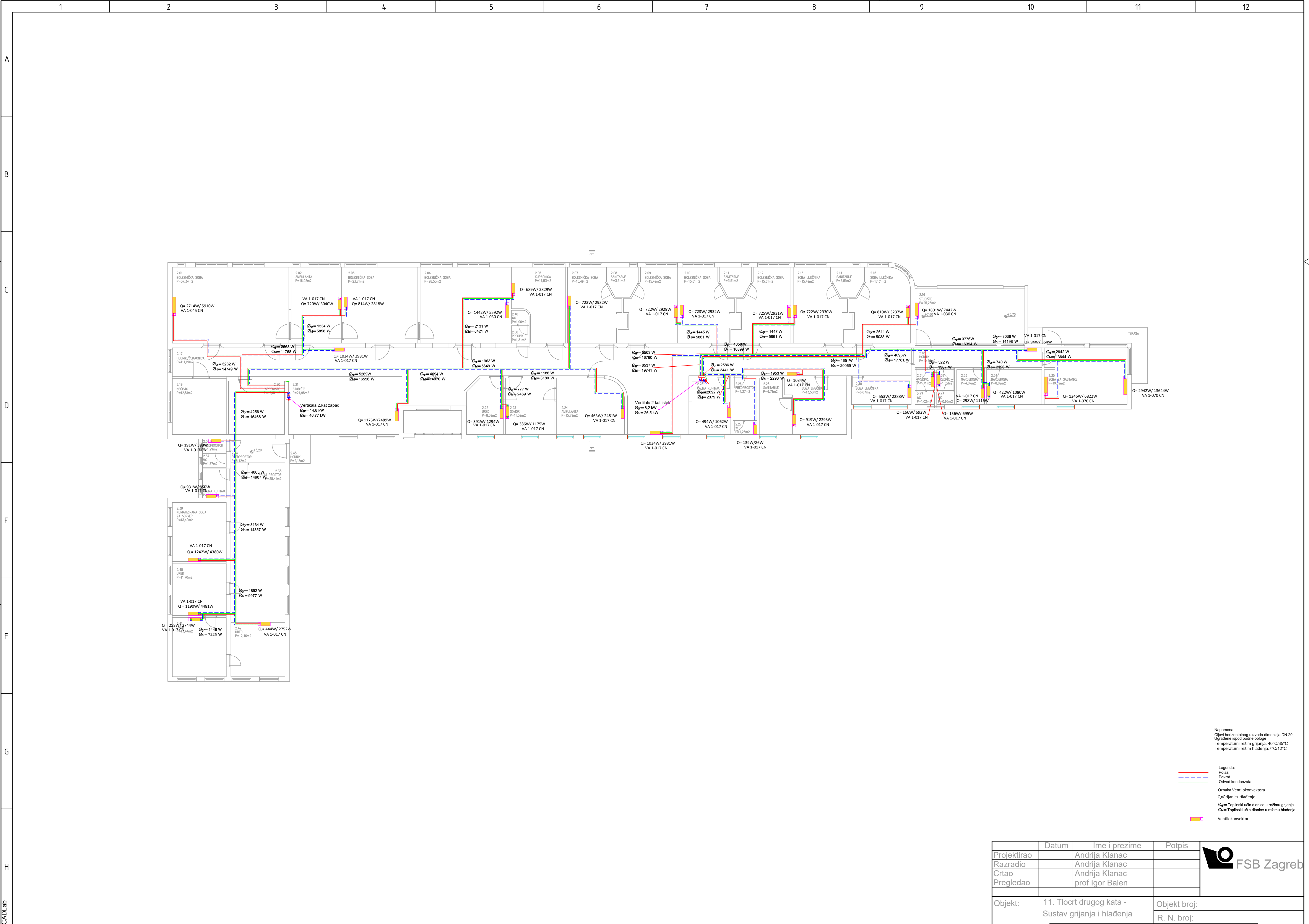




Napomena:
Ocjena horizontalnog razvodna dimenzija DN 20.
Ugrađene ispod podne obloge
Temperaturni režim grijanja: 40°C/35°C
Temperaturni režim hlađenja: 7°C/12°C

Legenda:
Polaz
Povrat
Odvod kondenzata
Ventilator
Oznaka Ventilator
Qg=Grijanje
Qh=Hlađenje
Qm=Toplinski učin dionice u režimu grijanja
Qm=Toplinski učin dionice u režimu hlađenja

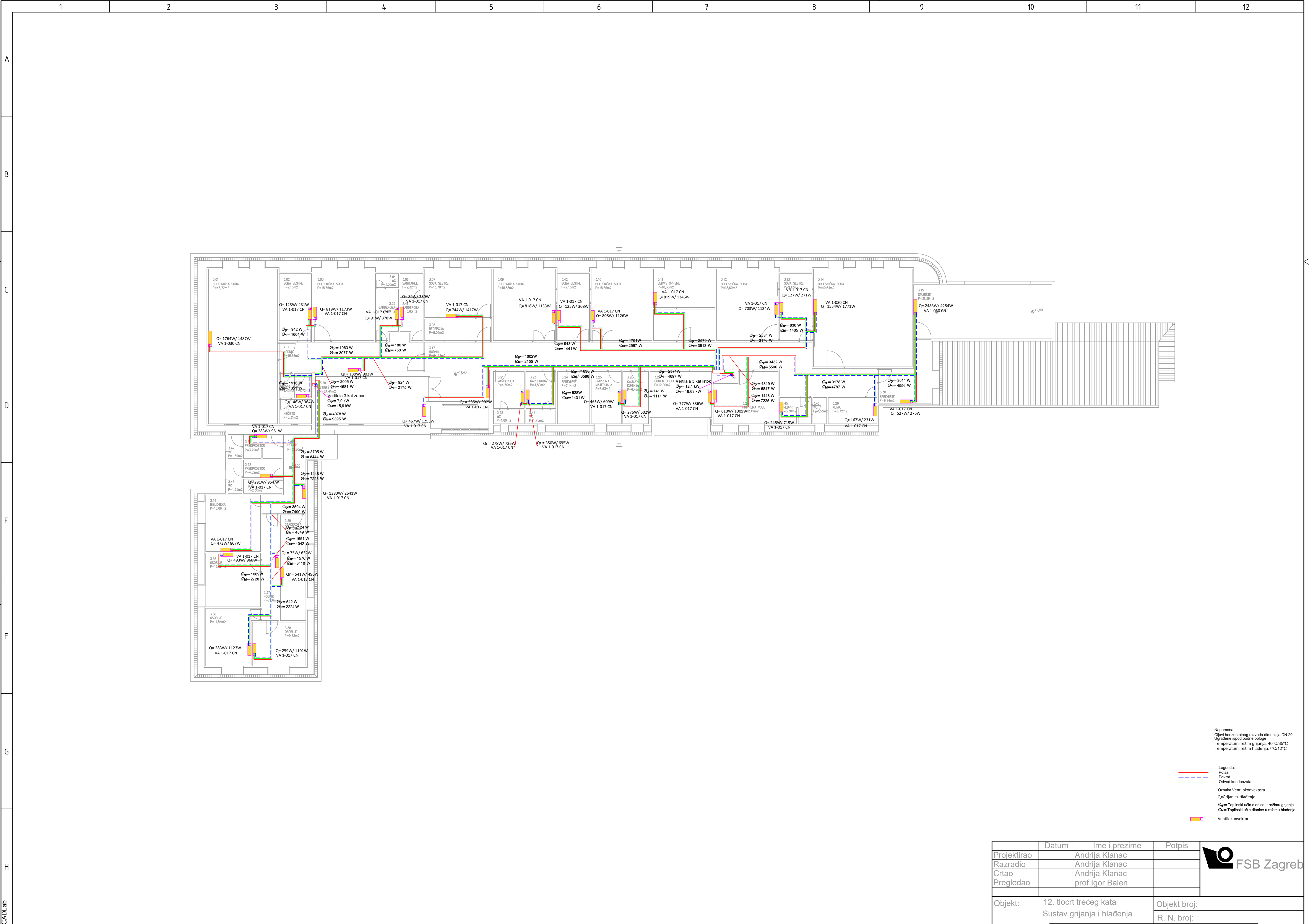
	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao		Andrija Klanac		
Razradio		Andrija Klanac		
Crtao		Andrija Klanac		
Pregledao		prof Igor Balen		
Objekt:	10. tloort 1. kata		Objekt broj:	
	Sustav grijanja i hlađenja		R. N. broj:	



Napomena:
Cijevi horizontalnog razvoda dimenzija DN 20.
Ugrađene ispod podne obloge
Temperaturni režim grijanja: 40°C/35°C
Temperaturni režim hlađenja: 7°C/12°C


Legenda:
Polaž
Povrat
Odvod kondenzata
Oznaka Ventilokonvektora
Q=Grijanje/ Hlađenje
Q_g= Toplinski učin dionice u režimu grijanja
Q_h= Toplinski učin dionice u režimu hlađenja
Ventilokonvektor

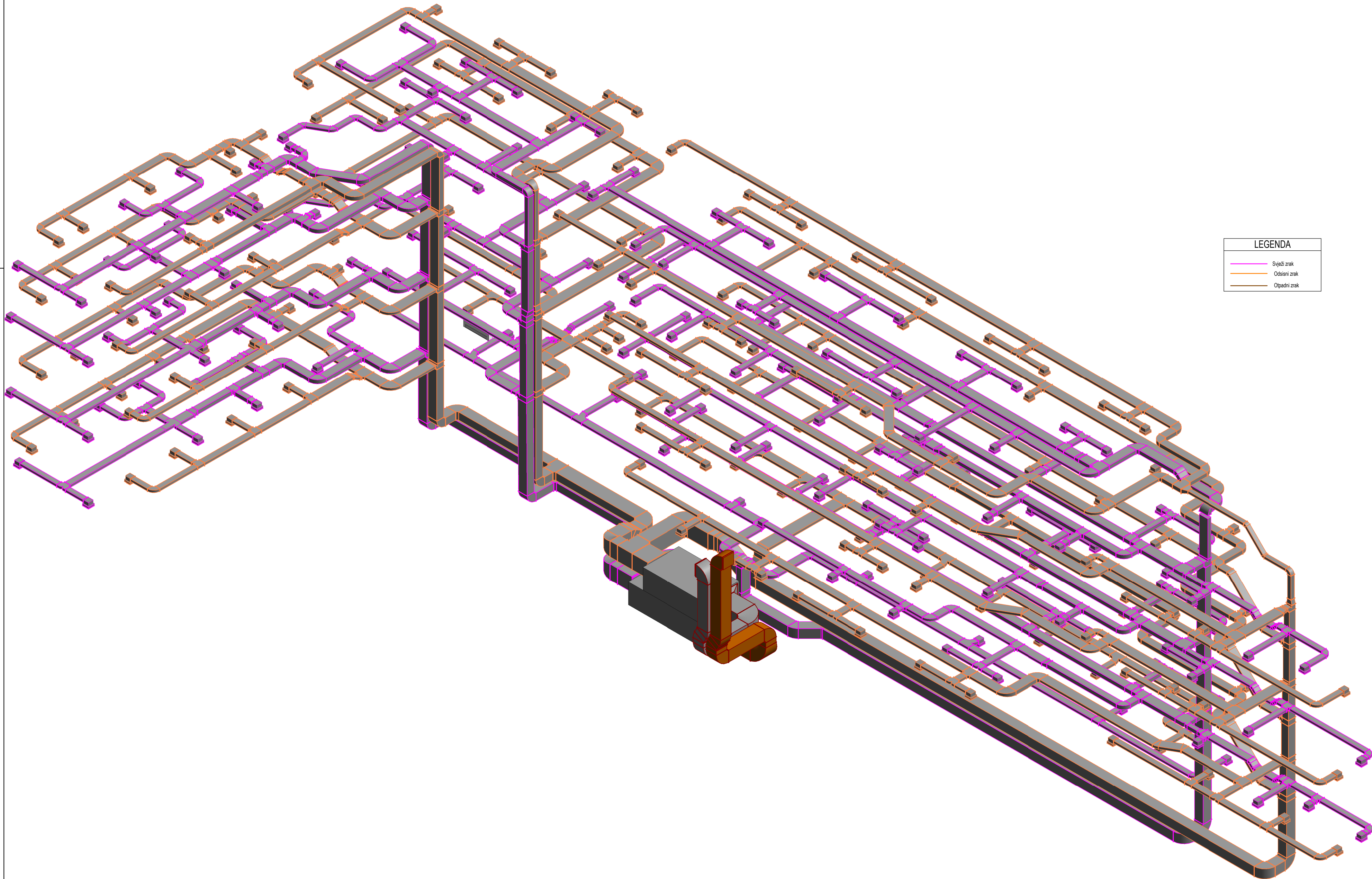
	Datum	Ime i prezime	Potpis	
Projektirao		Andrija Klanac		
Razradio		Andrija Klanac		
Crtao		Andrija Klanac		
Pregledao		prof Igor Balen		
Objekt:	11. Tloort drugog kata - Sustav grijanja i hlađenja		Objekt broj:	
			R. N. broj:	



Napomena:
Ocjene horizontalnog razvoda dimenzija DN 20.
Ugrađene ispod podne obloge
Temperaturni režim grijanja: 40°C/35°C
Temperaturni režim hlađenja: 7°C/12°C

- Legenda:
- Polaz
 - Povrat
 - Odvod kondenzata
 - Oznaka Ventilokonvektora
 - Qr=Grijanje/ Hlađenje
 - Q_g= Toplinski učin dionice u režimu grijanja
 - Q_h= Toplinski učin dionice u režimu hlađenja
 - Ventilokonvektor

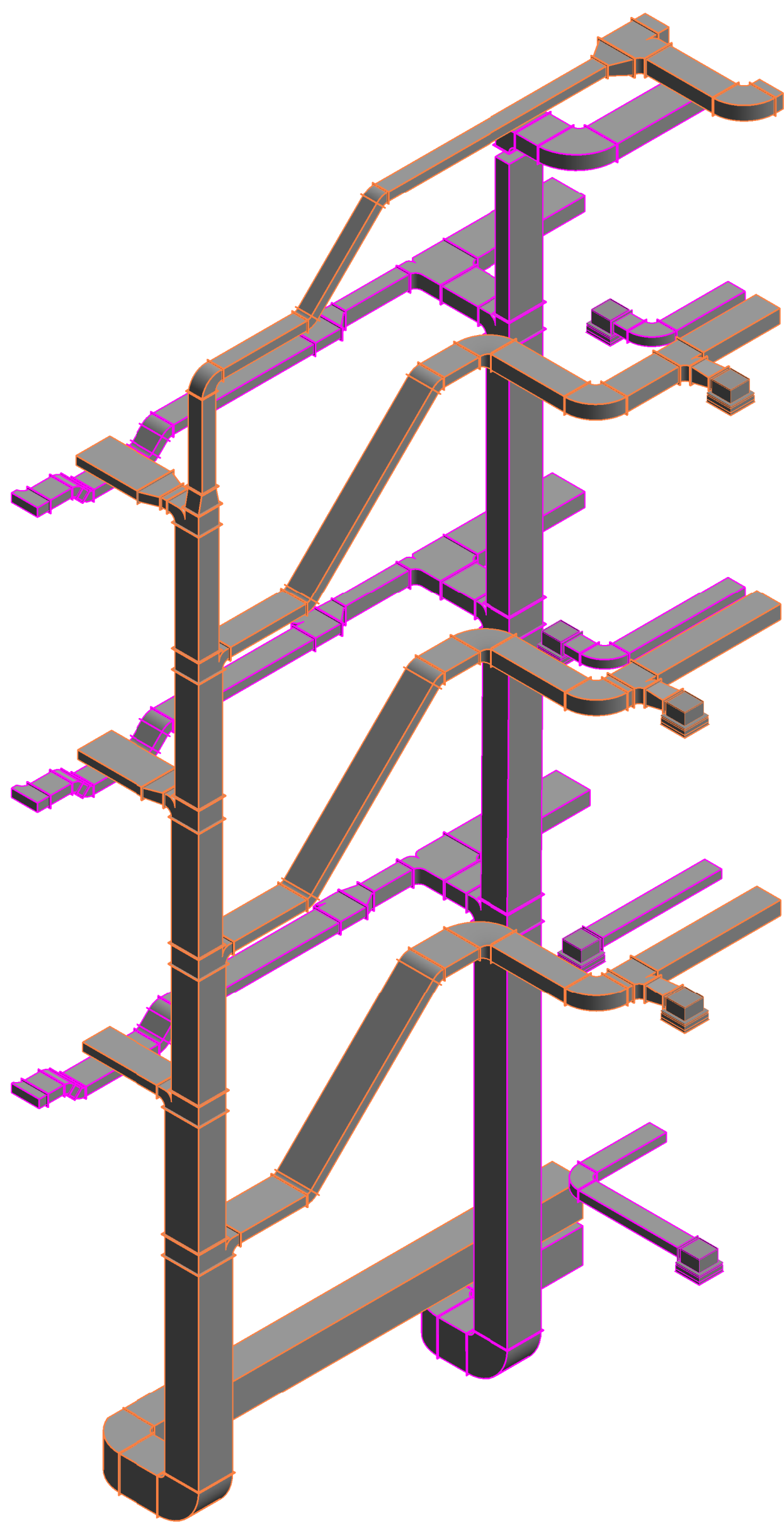
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
Projektirao		Andrija Klanac		
Razradio		Andrija Klanac		
Crtao		Andrija Klanac		
Pregledao		prof Igor Balen		
Objekt:	12. tlocrt trećeg kata Sustav grijanja i hlađenja		Objekt broj:	
			R. N. broj:	



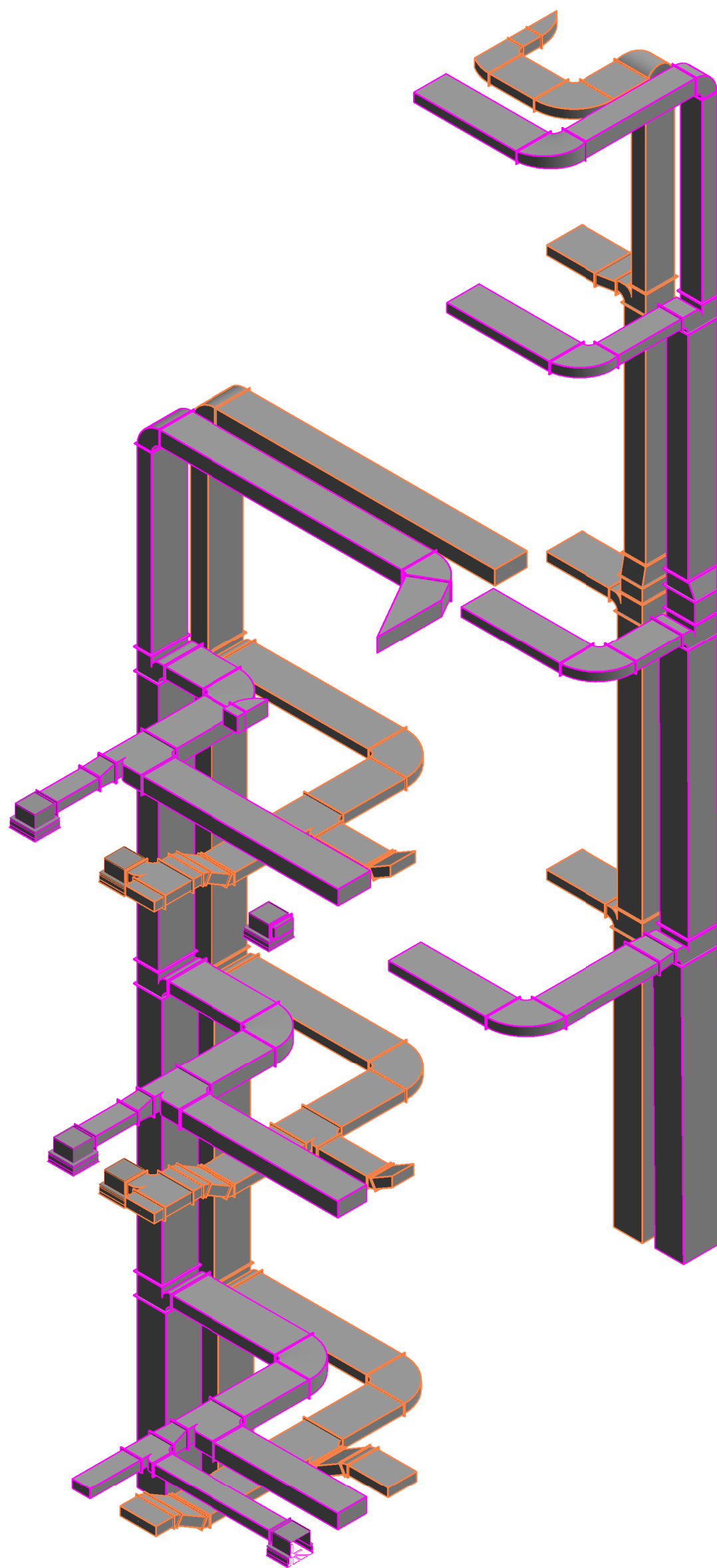
LEGENDA

- Sijebni zrak
- Odsisni zrak
- Otpadni zrak

	Datum	Ime i prezime	Potpis	FSB Zagreb
Projekirao:		Andrija Klanac		
Razradio:		Andrija Klanac		
Crtao:		Andrija Klanac		
Pregledao		prof. gor. Balen		
Objekt: 13. Trodimenzionalni prikaz kanalnog razvoda				Objekt broj:
				R. N. broj:



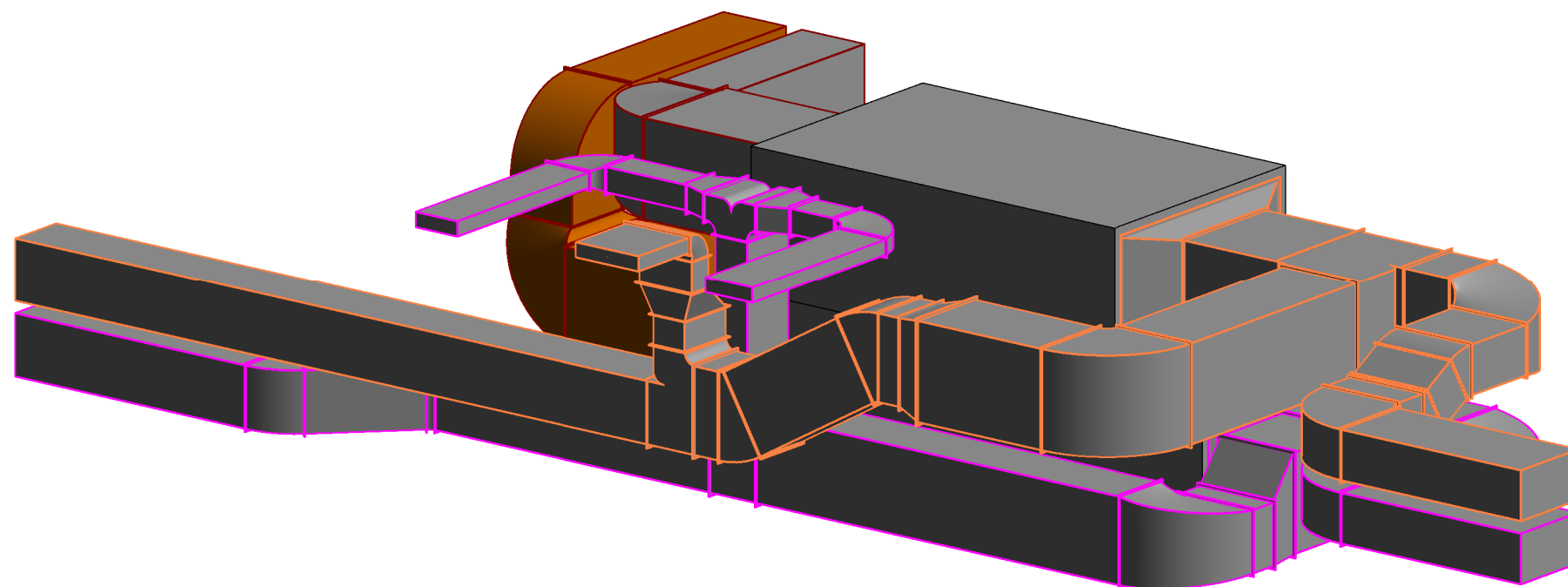
Sjeveroistočno stubište






Zapadno stubište

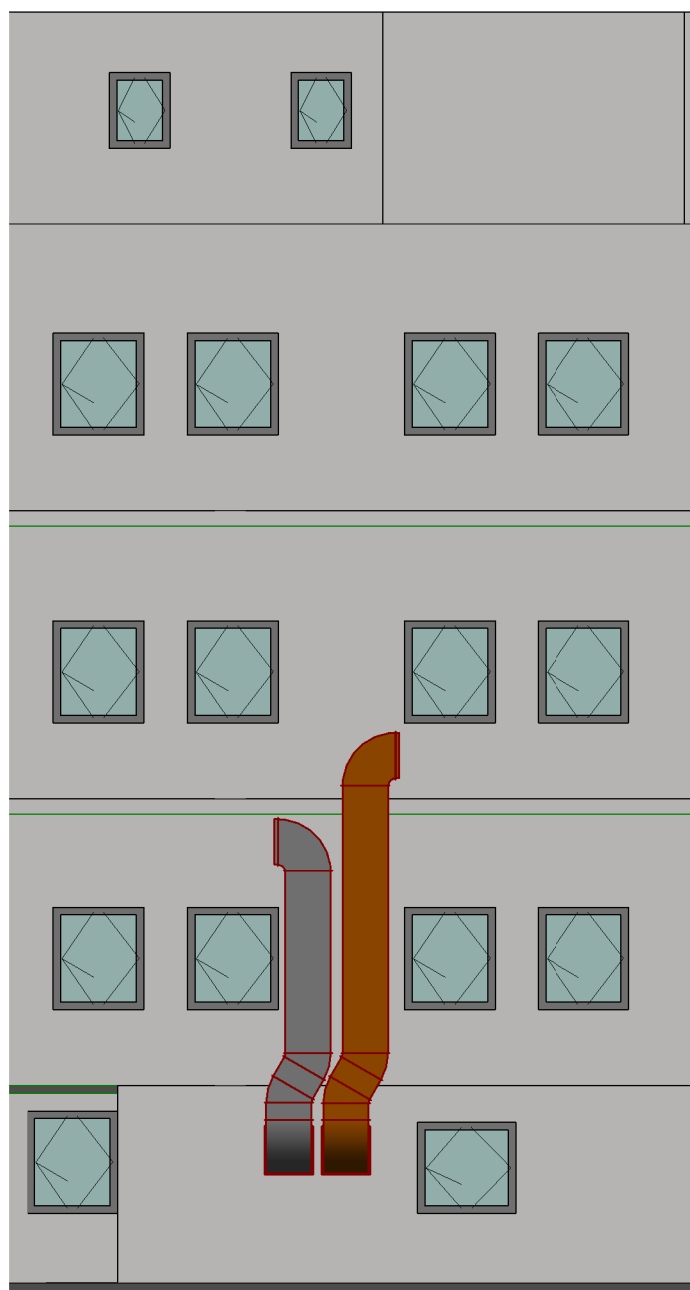
LEGENDA			
—	Svježi zrak	—	Odsisni zrak
—		—	Otpadni zrak



	Datum	Ime i prezime	Potpis	FSB Zagreb
Projektno:		Andrija Klanac		
Razradio:		Andrija Klanac		
Crtao:		Andrija Klanac		
Pregledao:		prof. gor. Balen		
Objekt: 7. Trodimenzionalni prikaz vertikala ventilacijskih kanala				Objekt broj:
				R. N. broj:



LEGENDA		
	Svježi zrak	
	Odsisni zrak	
	Otpadni zrak	

	Datum	Ime i prezime	Potpis	FSB Zagreb
Projektirao:		Andrija Klanac		
Razradio:		Andrija Klanac		
Crtao:		Andrija Klanac		
Pregledao		prof. gor. Balen		
Objekt: 7. Trodimenzionalni prikaz ventilostrojarnice				Objekt broj:
				R. N. broj:



LEGENDA	
	Otpadni zrak
	Svježi zrak

	Datum	Ime i prezime	Potpis	FSB Zagreb
Projektirao:		Andrija Klanac		
Razradio:		Andrija Klanac		
Crtao:		Andrija Klanac		
Pregledao:		prof gor Balen		
Objekt: 16. Pogled na otvore za ispušni i svježi zrak				Objekt broj:
				R. N. broj: